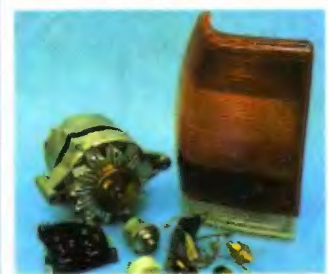
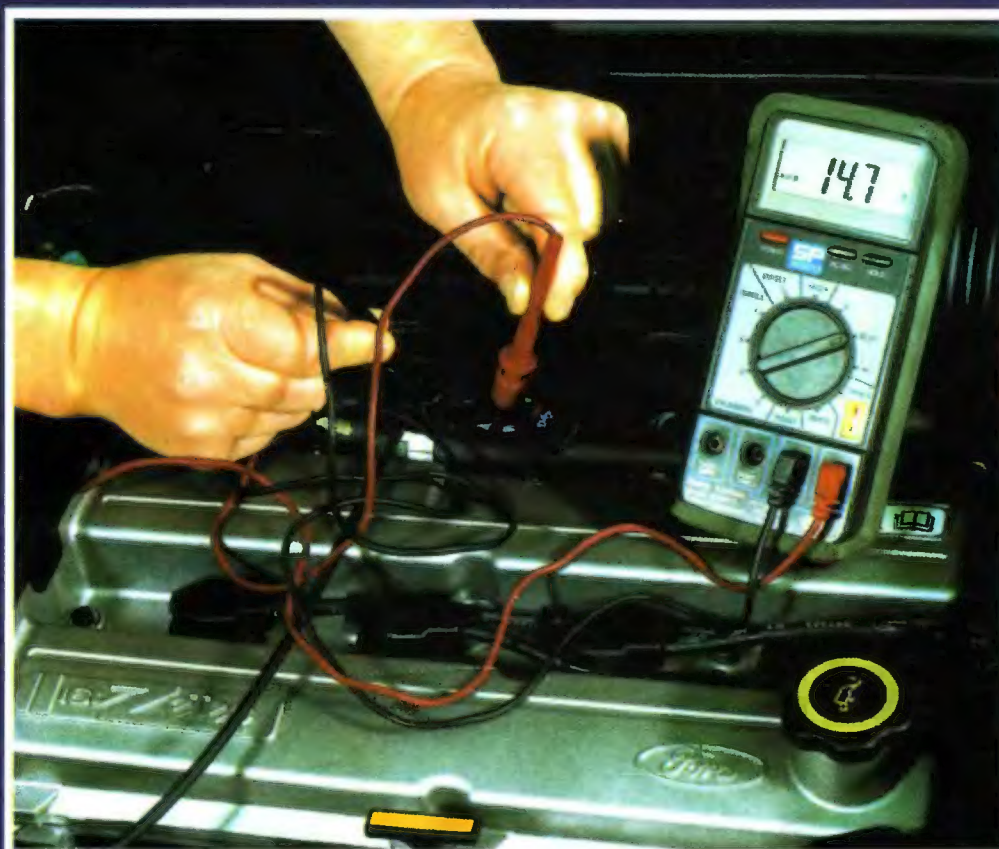


РУКОВОДСТВО ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКОМУ ОБОРУДОВАНИЮ АВТОМОБИЛЕЙ



Основы теории и практики обслуживания
автомобильных электрических и электронных систем

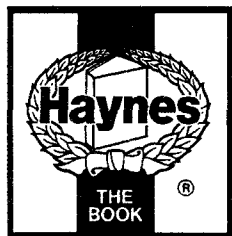


- От основ теории к практике
- Пошаговый алгоритм поиска неисправностей с иллюстрациями
- Руководство для домашнего механика, которое поможет Вам выполнить работу и сэкономить деньги

РУКОВОДСТВО ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКОМУ ОБОРУДОВАНИЮ АВТОМОБИЛЕЙ

A. Tranter

Руководство Haynes, которое поможет Вам понять причины и найти неисправности в электрической и электронной системах автомобиля



Haynes Publishing
Sparkford Nr Yeovil
Somerset BA22 7JJ
England



Оптовая и розничная продажа:
Книжный магазин
ЗАО "Алфамер Пабблишинг"
Лиговский проспект, дом 33
193036 Санкт Петербург, Россия

© copyright 1998 by J.H.Haynes and Co. Ltd. All rights reserved

© copyright 2001 А/О Алфамер, Хельсинки, Финляндия.

Все права защищены.

Из серии "Мастерская автолюбителя"

Перепечатка или иное воспроизведение этой книги или любой ее части электронными или механическими способами, включая фотографирование, запись на любой носитель информации без письменного разрешения издательства запрещается.

ISBN 5-93392-020-7

При написании этой книги были приняты все меры к тому, чтобы все приведенные здесь данные были верны. Вместе с тем, издательство, автор и переводчик не несут ответственности за ущерб, вызванный ошибками, опечатками или пропусками в тексте книги.

ЛП № 000132 от 06.04.99 г.

ЗАО "Алфамер Паблишинг", Лиговский пр-т, д. 33

193036, Санкт-Петербург, Россия. Тел./факс (812) 275-33-27

alfamer@spb.cityline.ru

Сдано в печать 23.03.01 г. Формат 60х90/8

Объем 36 п.л. Тираж 3000 экз. Заказ 3854

Отпечатано с готовых диапозитивов

в Академической типографии "Наука" РАН

199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12

Содержание

Предисловие	4
Глава 1 Основы электротехники и электроники	5
Глава 2 Стрелочные и цифровые приборы	23
Глава 3 Системы заряда аккумулятора	35
Глава 4 Стартеры	73
Глава 5 Аккумуляторные батареи	87
Глава 6 Системы зажигания	101
Глава 7 Топливная система	147
Глава 8 Управление двигателем	163
Глава 9 Свечи зажигания	181
Глава 10 Сигнальные приборы и стеклоочистители	191
Глава 11 Освещение	209
Глава 12 Радиопомехи	221
Глава 13 Автомобильные провода и оборудование для тестирования	231
Глава 14 Электрические системы кузова	257
Глава 15 Поиск и устранение неисправностей	271

Предисловие

Эта книга предназначена для тех, кто хочет понять работу электрических и электронных систем автомобиля.

В первой главе книги изложены основные положения электротехники и электроники. Эта глава предназначена для тех читателей, которые не имеют твердых представлений по этим вопросам. Более подготовленный читатель может сразу перейти к следующим главам руководства.

В книге, в основном излагаются общие принципы устройства систем электрооборудования, свойственные любым моделям автомобилей. Особенности конкретных моделей приведены лишь для иллюстрации.

Наряду с описанием современных систем электрооборудования, в книге уделено внимание и более древним устройствам, поскольку миллионы старых автомобилей еще находятся в эксплуатации.

Стремительное развитие систем впрыска топлива, управления составом выхлопных

газов, электронного оборудования двигателя и кузовных систем, заставили автора полностью переработать ранее выпущенную им книгу по электрооборудованию автомобиля, которая в свое время имела большой успех.

Книга может быть полезна не только автолюбителю, но и профессионалам станций обслуживания, а также студентам автотехнических специальностей.

А. Трантер

Глава 1 Основы электротехники и электроники

Содержание

Введение	1	Правило генератора	18
Атом – источник электричества	2	Правило электродвигателя	19
Свободные электроны (проводимость)	3	Сопротивление	20
Поток электронов = ток	4	Температурный коэффициент изменения сопротивления	21
Электрическая цепь	5	Конденсатор	22
Основные единицы	6	Индуктивность	23
Закон Ома	7	Заряд – разряд конденсатора. RC-цепи	24
Последовательные и параллельные цепи	8	Диод типа p-n	25
Последовательное соединение	9	Транзистор	26
Параллельное соединение	10	Полевой транзистор	27
Энергия и мощность	11	Силовые устройства на базе полевых транзисторов	28
Падение напряжения в проводах	12	Управление потоками мощности	29
Амперметр и вольтметр	13	Стабилитрон	30
Электромагниты	14	Тиристор	31
Электромагнитные реле и соленоиды	15	Аналоговые и цифровые сигналы	32
Напряженность магнитного поля	16	Датчики и исполнительные устройства	33
Электродвигатели и генераторы	17	Дополнительная литература	34

1 Введение

1 Читатель, знакомый с основами электротехники и электроники может эту главу пропустить. Однако, если Вы не проходили соответствующего курса обучения или Ваши знания в этой области не слишком прочны, не пожалейте времени на чтение.

2 Для чтения заводских инструкций необходимы не только общие знания электротехники, но и владение соответствующей терминологией. В этом смысле данная книга может служить вам инструментальным ящиком, в котором Вы найдете нужный Вам инструмент.

2 Атом – источник электричества

1 Все материалы состоят из атомов, которые, в свою очередь состоят из протонов, электронов и нейтронов. Атом имеет ядро, состоящее из протонов и нейтронов. Вокруг ядра находятся электроны, которые располагаются на разных расстояниях от ядра и группируются в орбиты, имеющие разные диаметры. На рис. 1.1 показаны схемы двух простых атомов, которые далее часто будут фигурировать в этой книге.

2 Протон имеет единичный положительный электрический заряд, электрон – отрицательный, а нейтрон не имеет никакого заряда. В обычном состоянии атом в целом нейтрален, поскольку число положительно и отрицательно заряженных частиц в нем одинаково, что иллюстрируется приведенной ниже таблицей

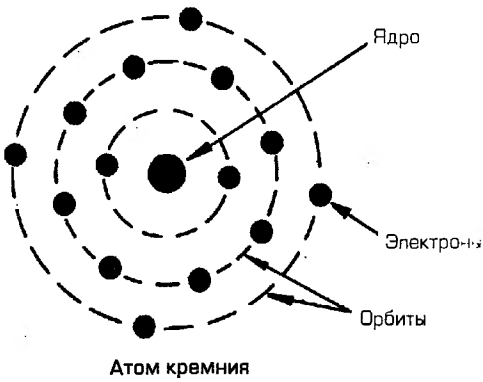
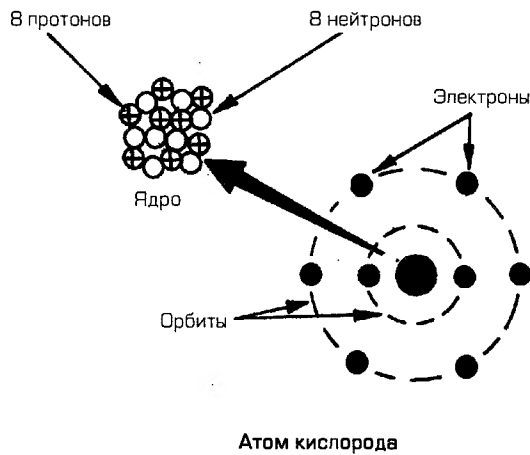


Рис. 1.1. Простые атомные системы

Атом	Число протонов	Число нейтронов	Число электронов
Водород	1	0	1
Кислород	8	8	8
Медь	29	34	29
Кремний	14	14	14

Нейтроны и протоны плотно удерживаются в ядре силами взаимного притяжения. Если эти связи нарушить, выделяется огромное количество энергии – это свойство используется, например, в ядерном реакторе или атомной бомбе.

3 В связи с тем, что ядро имеет сравнительно большую массу, можно считать, что в твердом теле ядра атомов неподвижны. Электроны держатся в атоме не так прочно и при определенных обстоятельствах могут покинуть свой атом. На этом свойстве атомов базируется вся электроника.

4 Атом очень мал: миллионы атомов могут уложиться в толщину человеческого волоса, но размеры его составных частей еще более впечатляющи. Чтобы получить некоторое представление об относительных размерах составных частей атома, представим себе, что ядро – это яблоко. Тогда наружный размер атома будет сопоставим с размерами большого концертного зала с кружащими в нем мухами – электронами.

3 Свободные электроны (проводимость)

1 Практически атом имеет очень сложную структуру. Его наружные электроны слабо притягиваются к ядру, так же, как далекая планета – к солнцу. Случайные воздействия могут сорвать электроны со своих орбит и эти электроны начнут двигаться случайным образом в толще металла (см. рис. 1.2). Такие электроны называются **свободными**. В некоторых материалах таких электронов очень много, а в других – мало или нет совсем. Материал с большим количеством свободных электронов – это проводник, а материал, не имеющий свободных электронов – изолятор.

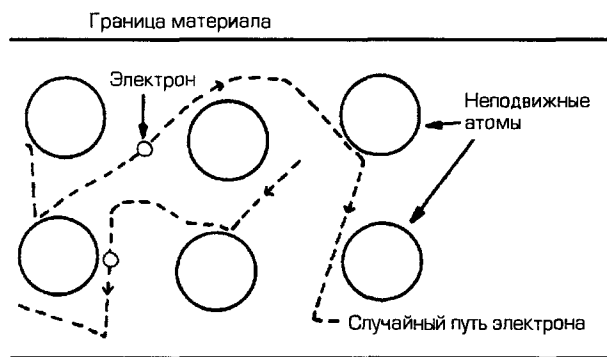


Рис. 1.2. Движение свободных электронов

2 Вообразите медный провод как скопление атомов и свободных электронов, блуждающих в промежутках между атомами. Электроны настолько малы по сравнению с расстояниями между атомами, что электронам достаточно просторно и они могут летать между атомами во всех направлениях практически беспрепятст-

венно. Однако, скорости и направления их движения случайны, поэтому внешне это движение ничем не проявляется.

4 Поток электронов = ток

1 Если к концам медного провода подсоединить батарею, то все свободные электроны начнут двигаться в одном общем направлении вдоль провода, подобно тому, как начинается двигаться жидкость в трубе, к которой подключили насос.

2 Важно понять, что батарея не производит новых электронов, как насос не производит жидкость. Как насос, так и батарея лишь приводят в движение то, что уже существует.

3 Продолжая сравнение, можно заметить, что жидкость движет не сам насос, а та разность давлений, которую насос создает. Это справедливо и в отношении электричества: любое устройство (например, батарея или генератор), которое способно создать **разность потенциалов** в электрической цепи, может заставить течь по проводу электрический ток.

4 Как насос создает давление, так и батарея создает электродвижущую силу (э.д.с.), которая измеряется в **ВОЛЬТАХ**.

5 Идея потока электронов породила понятие электрического тока, который, как принято считать, движется от положительного полюса батареи через электрическую цепь к отрицательному полюсу. На самом деле электроны движутся в обратном направлении, поэтому направление тока – понятие условное и зависит от принятого соглашения.

В дальнейшем мы будем подразумевать, как это принято, что ток движется от плюса (+) к минусу (-), если не оговорено иное.

5 Электрическая цепь

1 Электрическая цепь – это неразрывный путь, по которому электрический ток может течь от плюса к минусу.

2 Батарея или генератор, которые заставляют ток двигаться по цепи, во многом подобен масляному насосу, установленному в Вашем автомобиле. Поток масла также движется по замкнутой цепи и в основном расходуется на смазку подшипников.

3 Сравним электрическую и масляную системы, показанные на рис. 1.3 и 1.4,а.

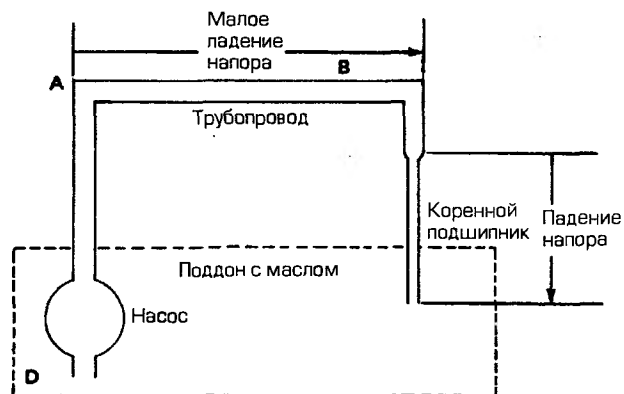


Рис. 1.3. Масляный насос и подвод смазки к подшипнику

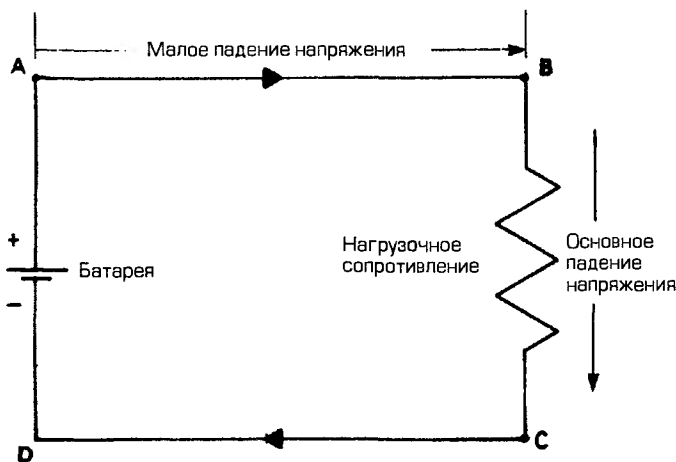


Рис. 1.4,а. Батарея с нагрузкой

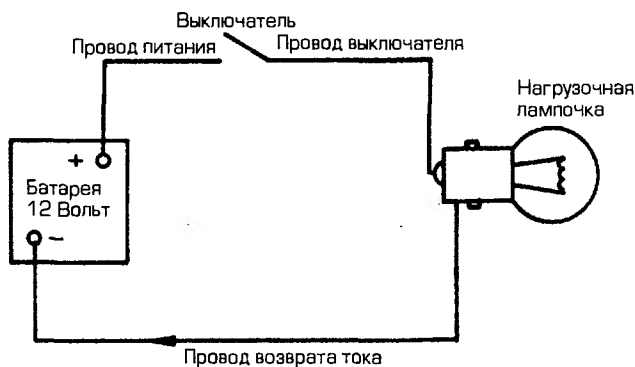


Рис. 1.4,б. Простейшая электрическая схема с возвратом тока по проводу

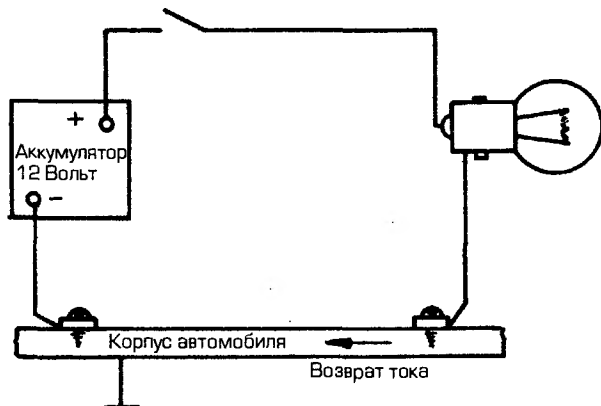


Рис. 1.4,в. Схема с возвратом тока через корпус автомобиля

4 Масляный насос создает разность давлений между точками A и D. Это заставляет масло двигаться по трубопроводу B к коренному подшипнику. Здесь происходит основное падение напора вследствие большого гидравлического сопротивления в зазоре подшипника. Большая часть энергии насоса тратится на то, чтобы продавить масло через этот зазор. В трубопроводе (в идеале) энергия не теряется.

5 В электрической цепи батарея создает разность потенциалов между точками A и D. Это заставляет электрический ток двигаться по проводу B к нагрузочному сопротивлению. Здесь происходит

основное падение напряжения вследствие того, что нагрузка представляет собой проводник с большим электрическим сопротивлением. Большая часть энергии батареи тратится на то, чтобы заставить ток двигаться через нагрузочное сопротивление. В подводящих проводах энергия почти не теряется (хотя практически небольшие потери все же есть).

6 Основные единицы

1 Количество электронов, которое батарея приводит в движение, измеряется астрономическими числами, поэтому для удобства определенное их число (для нас неважно, какое именно) объединено в единицу количества электричества, которая называется **КУЛОНОМ**.

2 Однако, нас редко интересует количество электричества. Практически более важно знать скорость прохождения этого количества по цепи. Число кулонов, прошедших через некоторую точку цепи за секунду, называется **силой тока** или **током**. Единицей силы тока является **АМПЕР**, т.е. ток, соответствующий прохождению 1 Кулона за 1 секунду.

Соответствие между сходными величинами в гидравлической и электрической цепях дает следующая таблица:

	Единицы в гидравлической системе	Единицы в электрической системе
Количество	Литр	Кулон
Давление и потеря напора	Ньютон / кв. метр	Вольт
Сила тока	Литр в секунду	Кулон в секунду (Ампер)

7 Закон Ома

1 Нагрузочное сопротивление (или нагрузка) – это элемент, ради которого создается электрическая цепь. Например, электрический нагревательный элемент представляет собой кусок провода, сопротивление которого значительно выше сопротивления соединительных проводов.

2 Хорошо известно, что при прохождении тока через нагрузочное сопротивление в последнем выделяется тепло – об этом мы поговорим позже. Так, лампочка фары, а точнее – ее нить, представляет собой нагрузочное сопротивление, такое, что нить раскаляется добела. Единицей сопротивления является **ОМ** по имени немецкого ученого Георга Ома.

Единицу сопротивления – 1 Ом легко себе представить: это такое сопротивление, в котором разность потенциалов в 1 Вольт заставит течь ток в 1 Ампер (см. рис. 1.5).

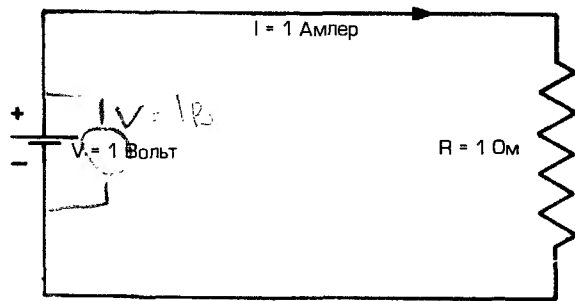


Рис. 1.5. Соотношение между Вольт, Ампером и Ом

Георг Ом известен как автор основополагающего закона электротехники, который установил, что ток пропорционален приложенному напряжению, или

$$V = I \times R$$

т.е. напряжение = току $\times$ сопротивление

Сегодня это кажется элементарным, но самому Ому в 1826 году такое утверждение стоило потери работы, потому что оно противоречило представлениям того времени.

Пример

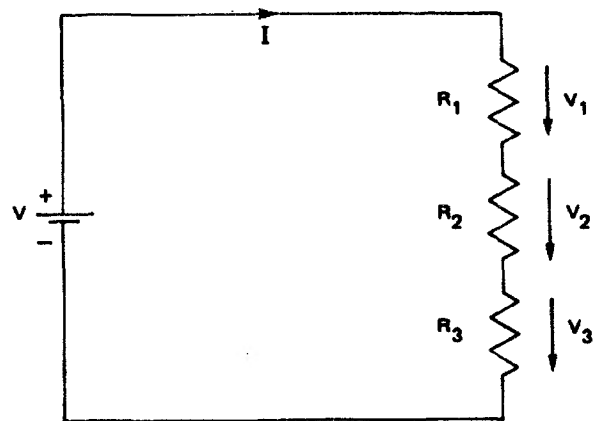
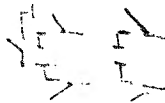
3 Лампочка передней фары питается напряжением 12 Вольт от аккумулятора и потребляет 3 Ампера. Каково сопротивление лампочки?

$$V = I \times R$$

или $12 = 3 \times R$
или $R = 12/3 = 4 \text{ Ома}$

4 Единицы измерения в электротехнике имеют краткие обозначения:

Вольт = В
Ампер = А
Ом = Ом или Ω



Сумма падений напряжения вдоль цепи равно напряжению источника

Рис. 1.6. Падения напряжения

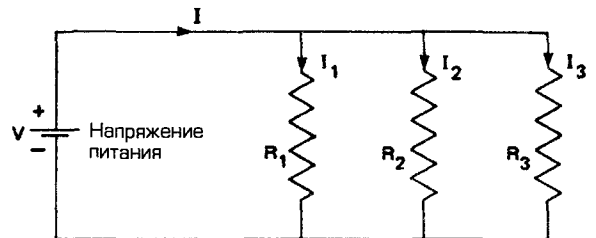


Рис. 1.7. Параллельное соединение резисторов

2 Пример

Для того, чтобы посмотреть, как может быть использовано приведенное выше соотношение, положим, что $R_1 = 3 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$ и $R_3 = 5 \text{ Ом}$. Какова сила тока в цепи, если напряжение батареи $V = 12 \text{ Вольт}$?

$$12 = I \times (3 + 4 + 5)$$

или $12 = I \times 12$,
таким образом $I = 1 \text{ Ампер}$

3 На практике иногда имеет значение внутреннее сопротивление батареи, особенно если она не полностью заряжена, кроме того, нежелательное сопротивление имеют и подводящие провода. Эти дополнительные сопротивления в ряде случаев при использовании закона Оме приходится принимать во внимание. Такого рода примеры будут приведены ниже.

8 Последовательные и параллельные цепи

1 Редко, когда электрическая цепь состоит только из батареи и нагрузочного сопротивления. Чаще в цепь включено два и более резисторов. Если они включены один за другим, как изображено на рис. 1.6, то их соединение называют **последовательным**, а если так, как на рис. 1.7, то соединение называют **параллельным**.

9 Последовательное соединение

1 Для схемы, изображенной на рис. 1.6 закон Ома примет вид:

$$V = I \times (R_1 + R_2 + R_3)$$

Примечание: При последовательном включении резисторов их сопротивления складываются, а падения напряжения последовательно вычитаются из напряжения источника по мере продвижения вдоль схемы. Это обстоятельство надо учитывать при поиске неисправности.

10 Параллельное соединение

1 Из рис. 1.7 ясно, что батарея должна обеспечить прохождение тока через все три ветви цепи, и что ток батареи равен сумме токов в ветвях цепи, т.е. $I = I_1 + I_2 + I_3$.

2 К каждой ветви цепи приложено напряжение V , поэтому можно рассчитать значения токов в каждой из ветвей, а затем токи сложить.

3 Заметим, что такое соединение нагрузок чаще всего встречается в автомобиле. Например, R_1 – это лампочка фары, R_2 – звуковой сигнал, а R_3 – система зажигания. Тогда ток,

потребляемый от аккумулятора, будет равен сумме токов составных частей цепи.

4 Пример

Положим опять, что напряжение источника равно 12 Вольт, а нагрузочные сопротивления равны $R_1 = 6 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$ (см. рис. 1.8)

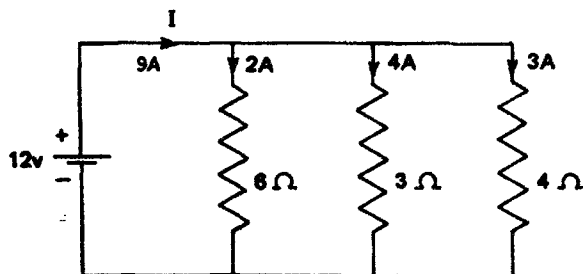


Рис. 1.8. Пример параллельного соединения резисторов

$$I_1 = V / R_1 = 12 / 6 = 2 \text{ А}$$

$$I_2 = V / R_2 = 12 / 3 = 4 \text{ А}$$

$$I_3 = V / R_3 = 12 / 4 = 3 \text{ А}$$

Таким образом, полный ток, который должна обеспечить батарея, составляет $I = 9 \text{ А}$.

Несколько параллельных сопротивлений могут быть для удобства расчетов заменены одним эквивалентным R_3 , которое можно найти следующим образом:

$$V = I \times R_3$$

$$12 = 9 \times R_3$$

$$R_3 = 12 / 9 = 1\frac{1}{3} \text{ Ом}$$

5 Практически все ветви электрической схемы автомобиля соединены параллельно, поскольку все они питаются от одного источника – аккумулятора.

Например, если передние фары потребляют ток 5А, задние фонари – 0.5А, а катушка зажигания – 1.5А, то, если они включены одновременно, их общий ток будет составлять

$$I = 5 + 0.5 + 1.5 = 7 \text{ А}$$

11 Энергия и мощность

1 **Энергия** (иногда называемая работой) измеряется в **ДЖОУЛЯХ**. 1 Джоуль – это энергия, которая выделяется в проводнике при движении по нему тока в 1 Ампер под действием напряжения 1 Вольт в течение 1 секунды. Таким образом,

$$\begin{aligned} \text{Джоули} &= \text{Вольты} \times \text{Амперы} \times \text{секунды} \\ \text{или, в символической форме} & \\ J &= VIt. \end{aligned}$$

Пример

Если от аккумулятора с напряжением 12 Вольт питается лампа передней фары, потребляющая ток 3 Ампера в течение 20 минут, то сколько энергии она израсходует за это время?

$$\begin{aligned} \text{Энергия} &= V \times I \times t = \\ &= 12 \times 3 \times 20 \times 60 = \\ &= 43\,200 \text{ Джоулей} \end{aligned}$$

Джоули редко используются в практической работе с электрическими цепями, однако, интересно отметить, что такая же единица используется и в механике, если расчеты ведутся в системе СИ.

2 **Мощность** тесно связана с энергией, поскольку она представляет собой скорость расходования энергии. Единицей мощности является **ВАТТ**.

$$\text{Ватты} = \text{Джоули} / \text{секунды}$$

Учитывая, что Джоули = Вольты x Амперы x секунды, получаем

$$\text{Ватты} = \text{Джоули} / \text{секунды} = \text{Вольты} \times \text{Амперы}$$

Таким образом для цепей постоянного тока

$$\text{Ватты} = \text{Вольты} \times \text{Амперы}.$$

В приведенном выше примере аккумулятор с напряжением 12В, питающий лампочку током 3А, выдает мощность

$$W = V \times I = 12 \times 3 = 36 \text{ Ватт}.$$

12 Падение напряжения в проводах

1 Осмотр проводов в автомобиле показывает, что они имеют разную толщину, и что часто провод представляет собой не просто одну сплошную жилу, а скручен из многих тонких жил.

Конструктор выбирает провода для электрических цепей таким образом, чтобы при передаче по ним тока от источника к потребителю провода не рассеивали слишком много энергии.

Важно помнить, что, хотя провода обычно изготовлены из меди, которая является хорошим проводником, тем не менее они имеют вполне реальное, хотя и небольшое сопротивление, вызывающее нагрев и падение напряжения. Это приводит к тому, что до потребителя доходит меньше энергии, а цепь теряет эффективность.

На рис. 1.9 показан аккумулятор с присоединенной к нему лампочкой. На клеммах аккумулятора напряжение составляет 12 Вольт и в идеале такое же напряжение должно быть на контактах лампочки. Однако на самом деле подводящий и отводящий

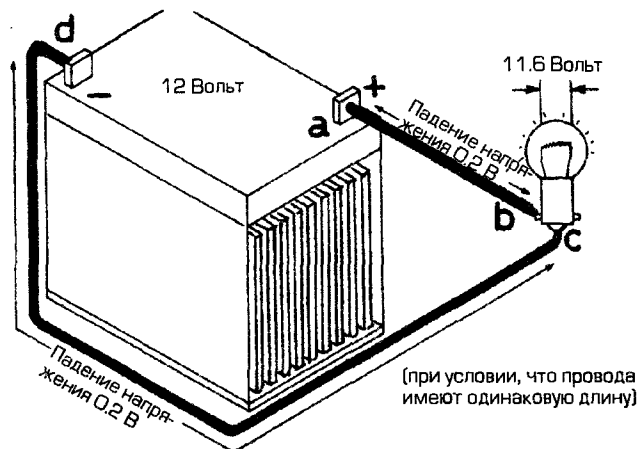


Рис. 1.9. Падение напряжения в подводящих проводах

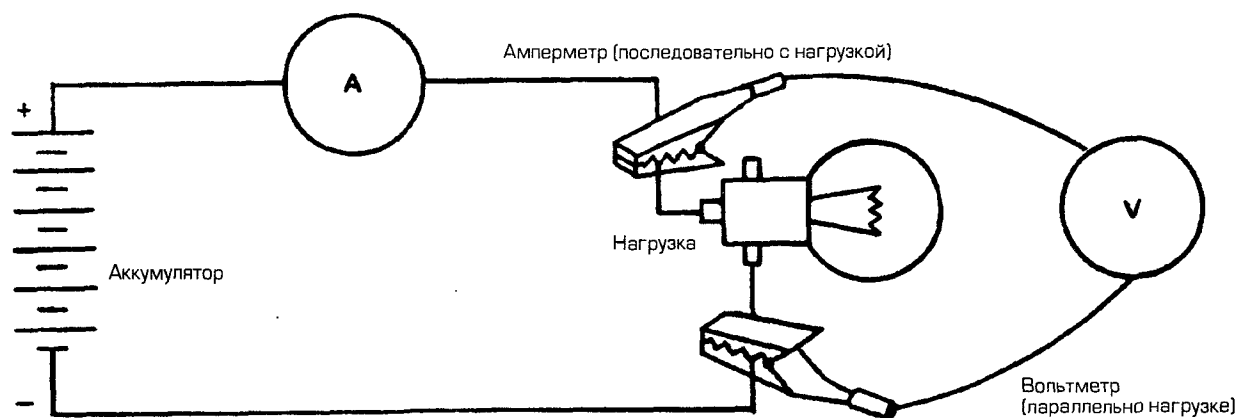


Рис. 1.10. Подключение амперметра и вольтметра

провода лампочки имеют сопротивление с падением напряжения по 0.2 В в каждом. В результате до впуска лампочки доходит напряжение лишь 11.6 В.

2 В результате из-за потерь напряжения в проводах мы получим плохое освещение. Улучшить освещение можно, сделав провода более толстыми, но в этом направлении тоже надо соблюдать меру, поскольку провода станут дороже, да к тому же потеряют гибкость.

13 Амперметр и вольтметр

1 Не обязательно много знать об устройстве электроизмерительных приборов, для того, чтобы уметь ими пользоваться. Основные же правила просты.

Амперметр измеряет силу тока, текущего по цепи. Его подсоединяют так, чтобы этот же ток протекал и через прибор, т.е. **последовательно** с нагрузкой, как показано на рис. 1.10.

2 Амперметр сконструирован так, чтобы его внутреннее сопротивление было по возможности минимальным. Поэтому, если его по ошибке включить не последовательно, а параллельно нагрузке, последствия могут быть разрушительными. Из-за малого внутреннего сопротивления через амперметр потечет большой ток, который может сжечь прибор, а также оплавить изоляцию подводящих проводов.

3 Вольтметр, в отличие от амперметра, наоборот, конструируется так, чтобы его внутреннее сопротивление было по возможности высоким. Поэтому его трудно сжечь неосторожным подключением.

Вольтметр измеряет напряжение (разность потенциалов) на концах элемента цепи и его надо подключать **перпендикулярно** этому элементу. Например, если в схеме на рис. 1.9 вольтметр включить между точками а и d, он покажет напряжение аккумулятора, между точками b и c – напряжение на лампочке, между а и b или между d и c – падение напряжения на проводах.

4 Иногда прибор снабжен переключателем, чтобы получить разные диапазоны измерения. В этом случае следует выбрать такой измерительный диапазон, чтобы стрелка прибора отклонялась как можно дальше по шкале (но не зашкаливала). При малых отклонениях стрелки, сопоставимых с толщиной самой стрелки трудно рассчитывать на достаточно высокую точность измерения.

5 Любые приборы имеют погрешность измерения. Обычно чем

дешевле прибор, тем меньшую точность он имеет. Очень дешевые приборы вообще не стоит считать измерительными – ими можно пользоваться лишь как индикаторами.

6 Очень полезны в работе многофункциональные приборы (мультиметры или тестеры). Однако при использовании ими надо быть очень осторожным в выборе режимов и диапазона работы и ни в коем случае не переключать режим измерения, когда прибор подсоединен к цепи. Это связано с тем, что при вращении переключателя диапазонов в поисках нужного диапазона измерения напряжения, Вы случайно можете войти в режим амперметра и это будет означать конец Вашего прибора.

7 Большинство электроизмерительных приборов имеют в качестве чувствительного элемента проволочную катушку, находящуюся в поле постоянного магнита (приборы магнито-электрической системы). Такие приборы рассчитаны на измерения только в цепях постоянного тока.

Магнито-электрические приборы можно приспособить и для измерений в цепях переменного тока введением в его состав выпрямителя.

14 Электромагниты

1 Ограниченная мощность динамомаши и иного электротехнического оборудования, имеющего в своей основе постоянные магниты, объясняется тем, что такие магниты имеют слабое магнитное поле. Решение состоит в создании электрических магнитов, представляющих собой железный сердечник с намотанной на него катушкой из провода.

2 Постоянный ток, проходящий по проводам катушки, индуцирует в сердечнике магнитное поле, подобное полю обычного магнита со следующими различиями:

- а) напряженность магнитного поля электромагнита можно регулировать (в определенных пределах) путем изменения силы тока в катушке;
- б) магнитное поле исчезает при отключении катушки.

3 На рис. 1.11 показана схема электромагнита и график изменения напряженности его магнитного поля с изменением тока в катушке. Обратите внимание на то, что начиная с некоторого уровня тока напряженность магнитного поля перестает расти пропорционально току – это явление называют насыщением железного сердечника.

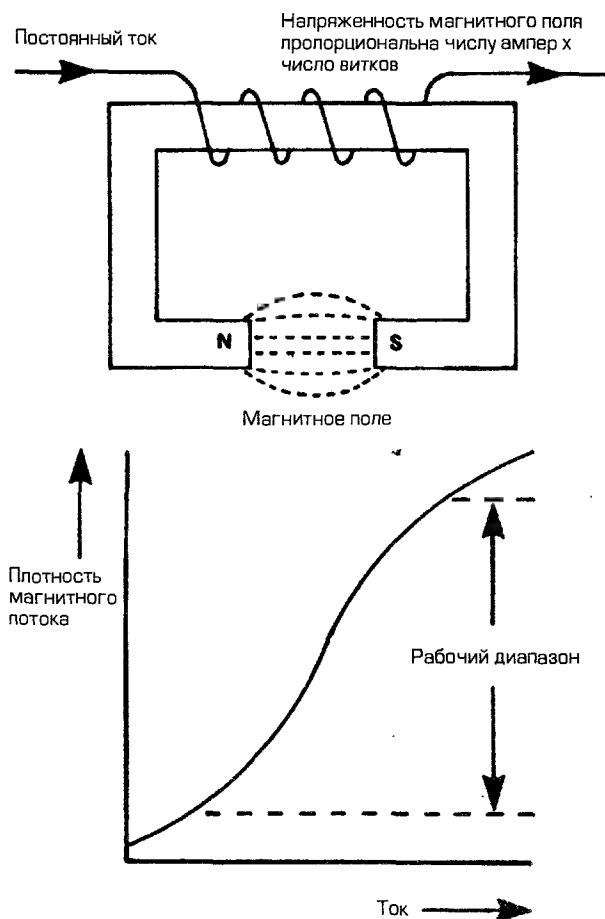


Рис. 1.11. Электромагнит

4 Электромагниты находят широкое применение в электрооборудовании автомобилей, в частности в генераторах и электродвигателях. Преимуществом использования электромагнитов в этих устройствах является возможность регулировать характеристики электромашин путем изменения тока в катушках. Применительно к электромашинам (моторам и генераторам) электромагниты называют полюсами, а проволоочные катушки – обмотками.

15 Электромагнитные реле и соленоиды

1 Реле применяют для включения и выключения цепей, по которым течет большой ток, затрачивая при этом для управления ток значительно меньшей силы (см. рис. 1.12). Типичным примером является цель включения стартера, который потребляет ток в несколько сотен ампер. В данном случае провода, соединяющие стартер с аккумулятором, должны быть толстыми и короткими, чтобы максимально снизить в них потери. По этим причинам их невозможно протаскать к какому-нибудь выключателю в салоне. Реле решает эту проблему, поскольку его можно расположить в непосредственной близости от аккумулятора, а управлять им можно из салона с помощью тонкого гибкого провода любой длины.

2 Хорошо известно, что магнитное поле притягивает любой железный предмет, оказавшийся поблизости. Это явление используется в электромагните, в котором железный сердечник притягивается магнитным полем, если через катушку возбуждения пустить ток. Движением железного сердечника или **якоря** можно замкнуть или разомкнуть электрические контакты, которые дальше можно использовать в различных целях, о которых мы поговорим ниже.

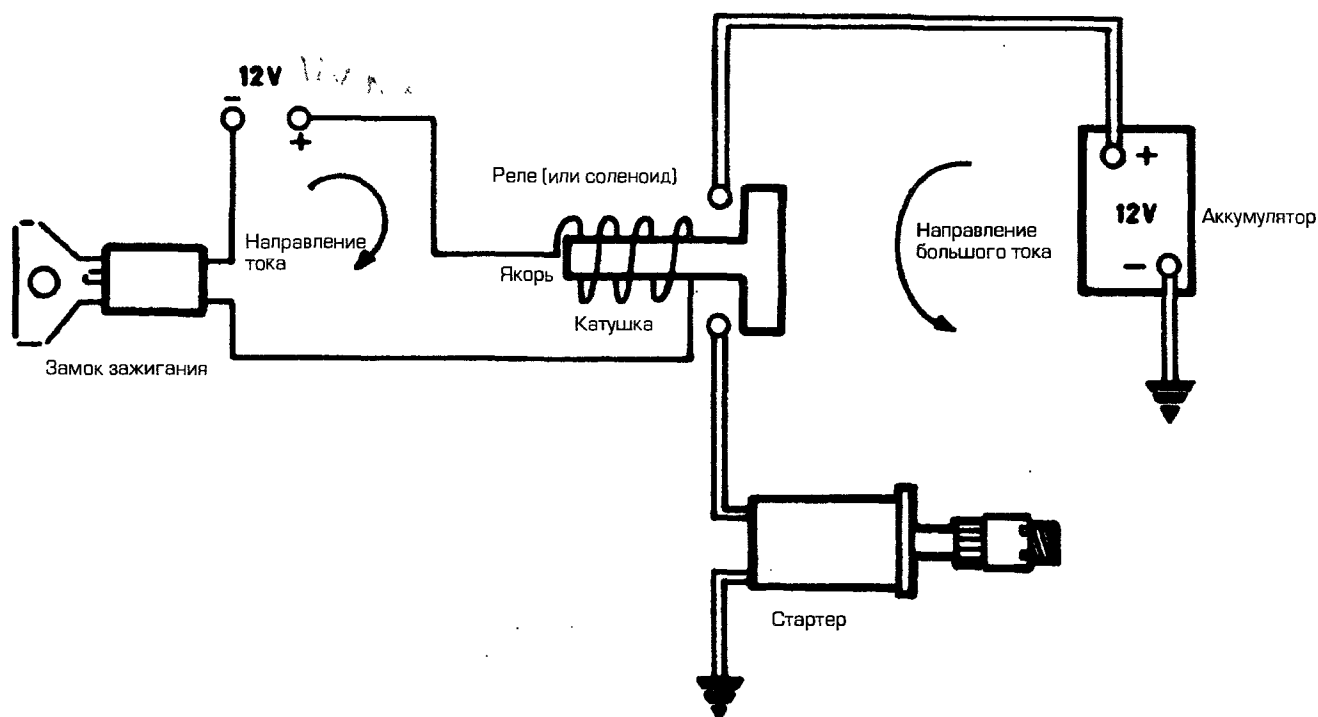


Рис. 1.12. Принципиальная схема реле

3 Простейшее реле изображено на рис. 1.13. Якорь этого реле удерживается в верхнем положении с помощью плоской пружины. При подключении катушки к источнику напряжения через катушку начинает течь ток, создающий магнитное поле. Якорь при этом притягивается к катушке, преодолевая сопротивление пружины, и замыкает контакты некоторой внешней электрической цепи. При отключении управляющей катушки магнитное поле исчезает и якорь под действием пружины возвращается в исходное положение, размыкая контакты. Реле такого типа широко используются в электрооборудовании автомобилей.

4 Соленоид – это несколько иной тип исполнительного устройства. Его действие основано на том, что железный сердечник, помещенный в катушку, по которой проходит электрический ток, стремится занять в этой катушке среднее положение (см. рис. 1.14). Силы, с которой якорь соленоида втягивается в катушку, оказывается достаточно, чтобы, например, ввести в зацепление шестерню стартера с зубчатым венцом маховика, да еще и включить контакты, которые могут передать большой ток.

16 Напряженность магнитного поля

1 Известно, что магнитный поток в железном магнитопроводе зависит от ряда факторов, которыми может управлять конструктор:

- а) число витков провода в катушке;
- б) сила тока (в амперах);
- в) конструкция магнитопровода.

2 Железный магнитопровод оказывает магнитному потоку значительно меньшее сопротивление, чем воздух, поэтому, если требуется создание магнитного поля большой напряженности, необходимо сконструировать железный магнитопровод большого поперечного сечения и катушку с максимально возможным числом ампер-витков (см. рис. 1.15).

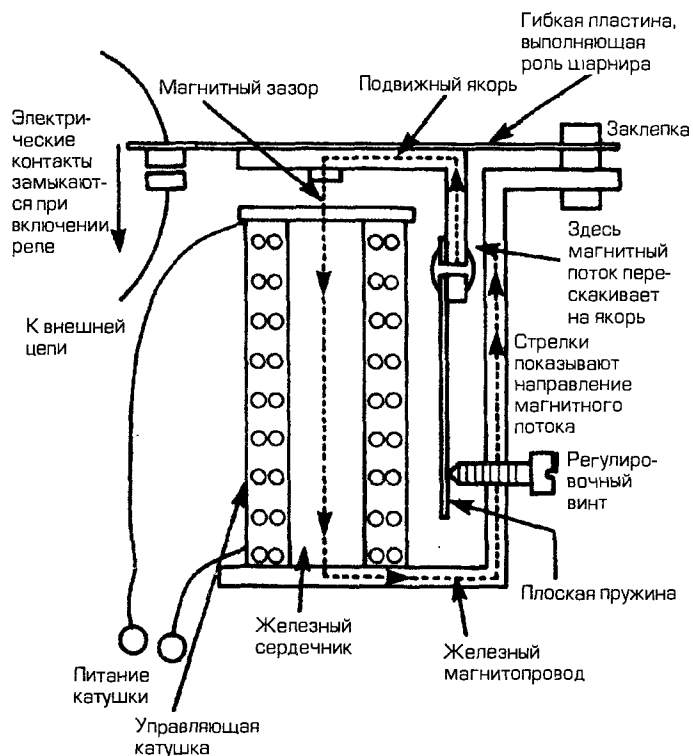


Рис. 1.13. Электромагнитное реле

17 Электродвигатели и генераторы

1 В автомобилях работают миллионы электродвигателей и генераторов, пожалуй больше, чем в любой иной области техники. Спасибо конструкторам за то, что эти машины все же редко выходят из строя и требуют минимум внимания, хотя работают в тяжелых условиях эксплуатации – в широко меняющемся диапазоне температур, в запыленной и влажной атмосфере, при переменной частоте вращения (генераторы) – от нескольких сотен до нескольких тысяч оборотов в минуту, причем с большими ускорениями.

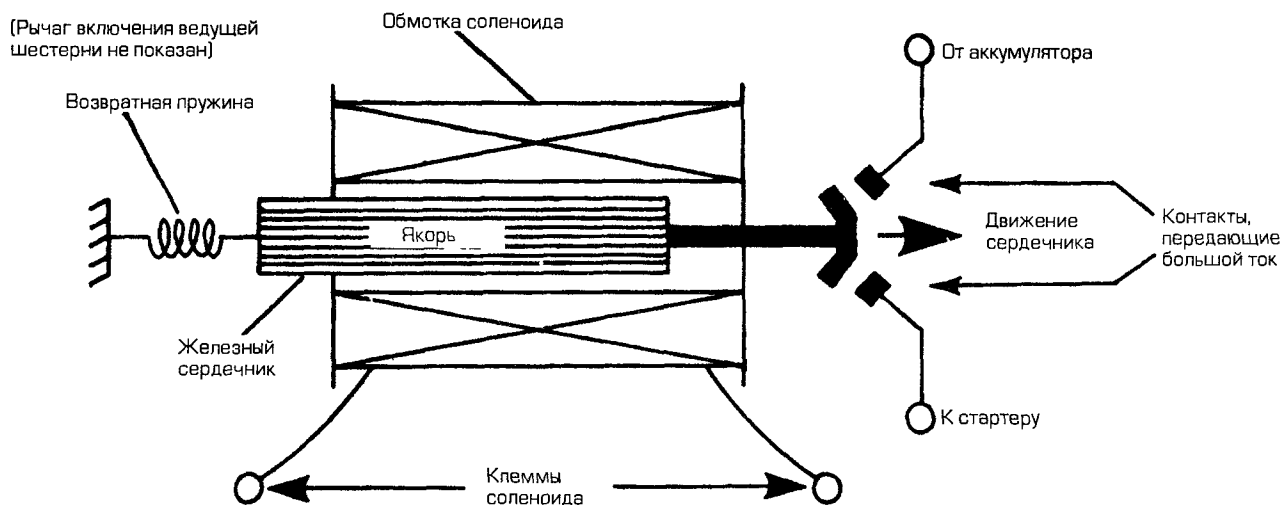


Рис. 1.14. Схема стертерного соленоида

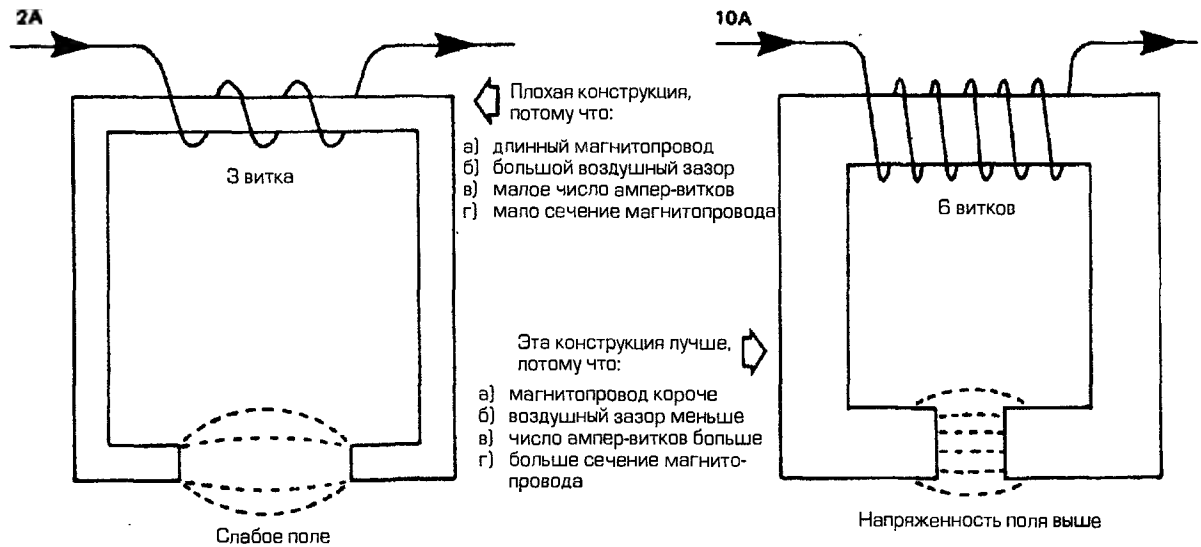


Рис. 1.15. Конструктивные элементы магнитопровода

2 Электродвигатели конструктивно мало отличаются от генераторов (как правило, электромашин обратимы), и отличие состоит лишь в направлении потока мощности. Так, если к электромашине постоянного тока подвести электрический ток, то она начнет вращаться и с ее вала можно получить механическую мощность. Если ту же электромашину начать вращать принудительно, то с ее клемм можно снять электрическую мощность. Аналогичным образом ведет себя и электромашин переменного тока (хотя здесь могут быть свои особенности).

3 Большинство стрелочных электроприборов также представляют собой очень специализированную электромашину постоянного тока, работающую в ограниченном диапазоне угла вращения $90^\circ \dots 120^\circ$. При конструировании приборов и электромашин используются одни и те же соотношения.

4 Детально конструкция генераторов и электромоторов будет описана ниже в соответствующих главах этого руководства. Здесь мы отметим лишь два основополагающих физических принципа, зная которые легко понять, как работают электрические машины и приборы.

где B = напряженность магнитного поля в веберах на квадратный метр (эти единица называется Тесла);
 L = длина проводника в пределах магнитного поля в метрах;
 V = скорость проводника в направлении, перпендикулярном силовым линиям магнитного поля в метрах в секунду.

Нет необходимости приводить пример расчета по приведенной выше формуле. Самое важное – запомнить факторы, от которых зависит генерируемое напряжение.

2 Этот физический закон лежит в основе работы любого генератора. Все остальное – детали. В генераторе проводник согнут в форме рамки, которая вращается в магнитном поле.

18 Правило генератора

1 Если проводник движется поперек магнитного поля, то в нем генерируется напряжение (см. рис. 1.16). Полученное напряжение зависит от:

- а) длины проводника, находящегося в пределах магнитного поля;
- б) скорости движения проводника в направлении, перпендикулярном силовым линиям магнитного поля;
- в) напряженности магнитного поля.

Действующее напряжение определяется следующим соотношением:

$$E = BLV, \text{ вольт,}$$

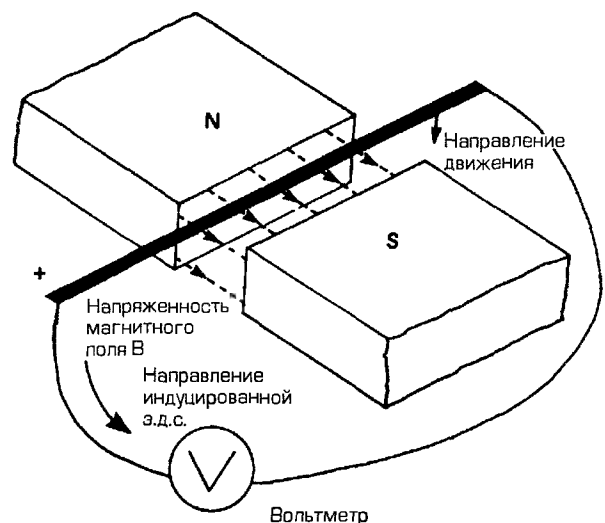


Рис. 1.16. Индуцирование э.д.с. в проводнике, движущемся в магнитном поле

19 Правило электродвигателя

1 Это обратная ситуация по отношению к генератору. Если через проводник, находящийся в магнитном поле, пропустить ток, то возникнет сила, перемещающая проводник в направлении, перпендикулярном направлению силовых линий поля и направлению движения тока.

2 На рис. 1.17. показан проводник, по которому течет ток. Проводник находится в магнитном поле, силовые линии которого принято считать направленными от северного полюса магнита (N) к южному (S). Ток, текущий в проводнике, сам создает магнитное поле, которое взаимодействует с полем магнита и создает силу, которая заставляет проводник двигаться в направлении, показанном на рисунке. Значение возникающей силы зависит от:

- напряженности магнитного поля B (в веберах на квадратный метр, или Тесла);
- силы тока в проводнике I (в амперах);
- длины участка проводника, находящегося в магнитном поле L (в метрах).

Сила равна:

$$F = B I L, \text{ Ньютонов.}$$

3 Если изогнуть провод в виде прямоугольной рамки (см. рис. 1.1В) и поместить его снова в магнитное поле, то направление

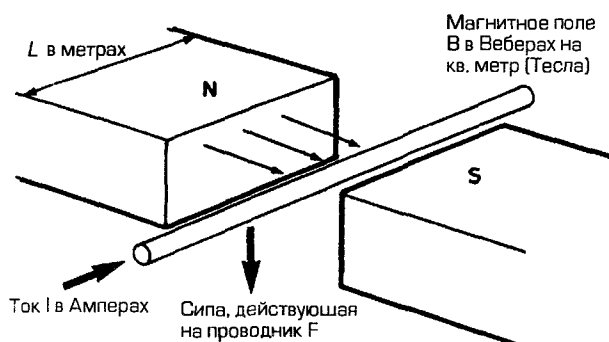
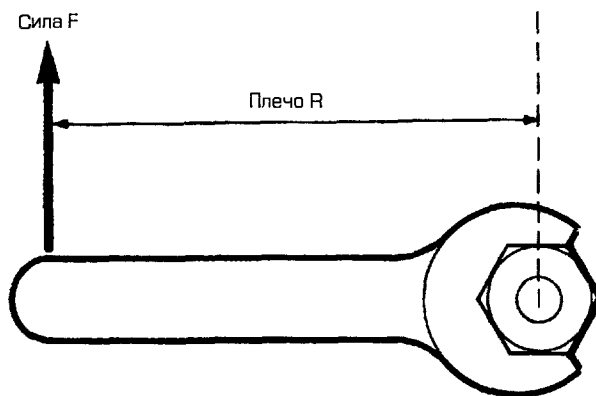


Рис. 1.17. Сила, действующая на проводник с током



$$\text{Крутящий момент} = F \times R$$

В системе СИ крутящий момент измеряется в Ньютон-метрах ($\text{Н} \cdot \text{м}$), а в технической системе – в килограмм-метрах ($\text{кгс} \cdot \text{м}$).

Рис. 1.19. Крутящий момент

тока в боковых сторонах рамки будет противоположным и они будут двигаться в противоположных направлениях. Таким образом, рамка начнет вращаться и нам останется только установить ее на подшипники, чтобы получить простейший электродвигатель.

Эта основная идея электродвигателя будет полезна при чтении главы "Стартеры", в которой она получит дальнейшее развитие.

4 Важным понятием в механике является крутящий момент. На рис. 1.19 показано приложение крутящего момента ключом к гайке. Крутящий момент является в данном случае мерой степени затяжки гайки. Его значение определяется произведением силы на плечо ее приложения (при условии, что сила действует в направлении, перпендикулярном плечу).

5 Вернемся снова к схеме простейшего электродвигателя (рис. 1.1В). Если радиус вращающейся рамки R умножить на две действующих силы F , мы получим крутящий момент электродвигателя:

$$M = 2 \times F \times R, \text{ Ньютон-метров.}$$

20 Сопротивление

1 Сопротивление проводника зависит от трех факторов:

- длины L (в метрах);
- площади поперечного сечения A (в квадратных метрах);
- удельного сопротивления ρ (в Ом-метрах).

$$R = \rho L / A.$$

21 Температурный коэффициент изменения сопротивления

1 Сопротивление большинства металлов растет с увеличением температуры, а сопротивление полупроводников, наоборот, падает.

Температурный коэффициент показывает изменение сопротивления с изменением температуры и измеряется в Ом/градус Цельсия.

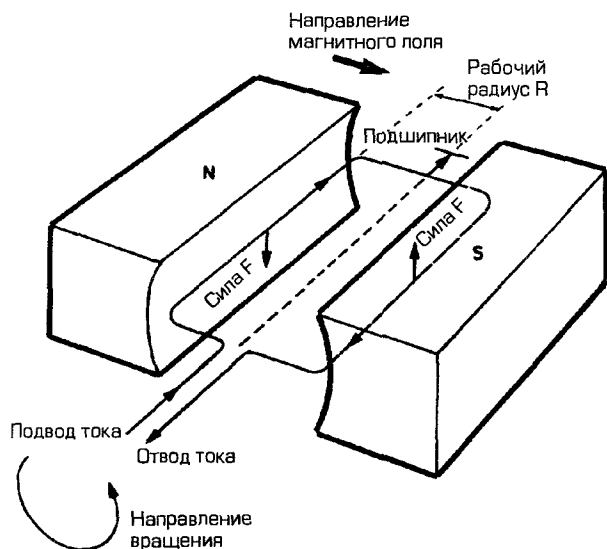


Рис. 1.1В. Простейший электродвигатель

22 Конденсатор

1 Конденсатор состоит из двух пластин большой площади, изготовленных из проводника и разделенных тонким слоем изолятора. Обычно пластины (иногда их называют обкладками) представляют собой две тонких полосы алюминиевой фольги, разделенных слоем пропитанной специальным составом бумаги, и свернутых в рулон. К концам алюминиевых полос подсоединены выводы, а весь рулон помещен в пластмассовый или металлический контейнер.

2 Конденсатор обладает свойством запасать электрический заряд q , который возрастает с увеличением напряжения V на обкладках. Количественной мерой этого свойства служит емкость:

$$C = q / V.$$

Емкость C измеряется в фарадах. Практически чаще используются дробные единицы – микрофарады (μF) и пикофарады (pF). В приведенной выше формуле q – это заряд, измеренный в Кулонах.

Микрофарада – это одна миллионная доля фарады, а пикофарада – это одна миллионная доля микрофарады.

Об использовании конденсаторов в электрических цепях подробнее будет сказано в главе 6.

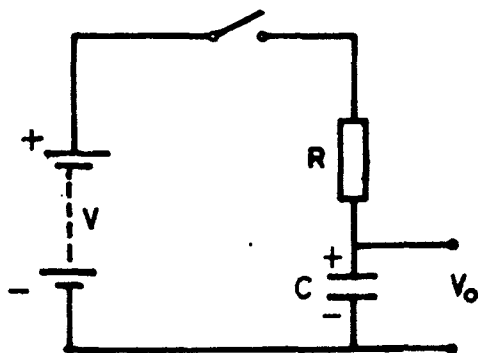
23 Индуктивность

1 Если через катушку провода пропустить электрический ток, то вокруг катушки возникнет магнитное поле. Если изменить силу тока в катушке, например, уменьшить, то исчезающее магнитное поле, взаимодействуя с витками катушки, индуцирует в них напряжение, которое препятствует исчезновению поля (закон Ленца).

Индуктированное напряжение пропорционально скорости изменения силы тока и некоторой постоянной величине, которая зависит от конструкции катушки, и называется индуктивностью L , т.е.

индуцированное напряжение = скорость изменения силы тока $\times L$.

L измеряется в Генри.



Напряжение на конденсаторе достигнет 63% от напряжения V через RC секунд
 RC – постоянная времени

Рис. 1.20. Заряд конденсатора емкостью C через резистор с сопротивлением R

Резкое прерывание тока в катушке может вызвать пик напряжения, способный повредить другие элементы электрической цепи.

Индуктивность работает подобно маховику, который препятствует любому изменению скорости.

24 Заряд – разряд конденсатора. RC-цепи

1 Если конденсатор емкостью C подключить через резистор с сопротивлением R к источнику тока (см. рис. 1.20), то напряжение на конденсаторе будет расти по закону, показанному на рисунке.

Время, за которое напряжение нарастает до 63% от напряжения источника V , называется **постоянной времени** RC-цепи и равно RC секундам.

2 Аналогично, при разряде конденсатора C через сопротивление R напряжение на конденсаторе за RC секунд снизится на 63%, т.е. составит 37% от исходного (см. рис. 1.21).

Заряд и разряд конденсатора часто используется в электрических схемах автомобиля для получения различных задержек.

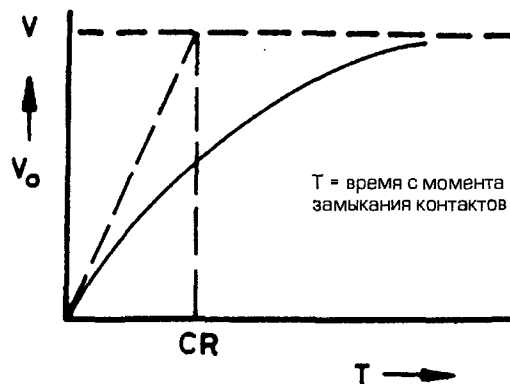
25 Диод типа р-п

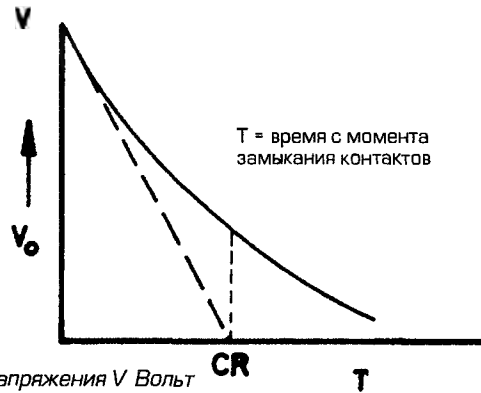
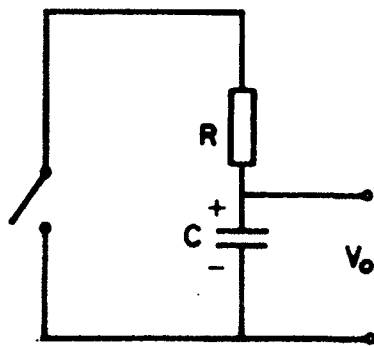
1 Если в кристалл кремния добавить некоторые присадки, то он приобретает свойства p -проводимости или n -проводимости. Плоскость прилегания слоев с различной проводимостью называется p - n переходом.

Как p -, так и n -проводимость достигается добавлением в кристалл кремния различных примесей, одна из которых дает избыток электронов в материале, а другая – их недостаток или избыток “дырок”.

2 На границе кристаллов с разной проводимостью возникает эффект в виде разности потенциалов, как если бы к ним подсоединили полюса батареи (см. рис. 1.22).

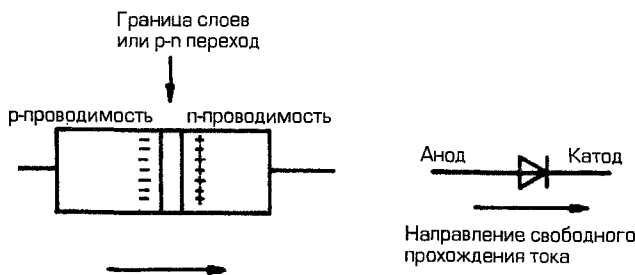
Ток может течь через переход только в одном направлении и не может течь в обратном. Иными словами, p - n переход может выполнять роль выпрямителя. Основанный на этом эффекте элемент электрической цепи называется диодом (см. рис. 1.23).





Конденсатор первоначально заряжен до напряжения V Вольт
Напряжение на конденсаторе падает до уровня 37% от первоначального за RC секунд
 RC – постоянная времени

Рис. 1.21. Разряд RC-цепи



Ток свободно проходит через р-п переход, если положительное напряжение приложено к слою с р-проводимостью

Рис. 1.22. Диод типа р-п

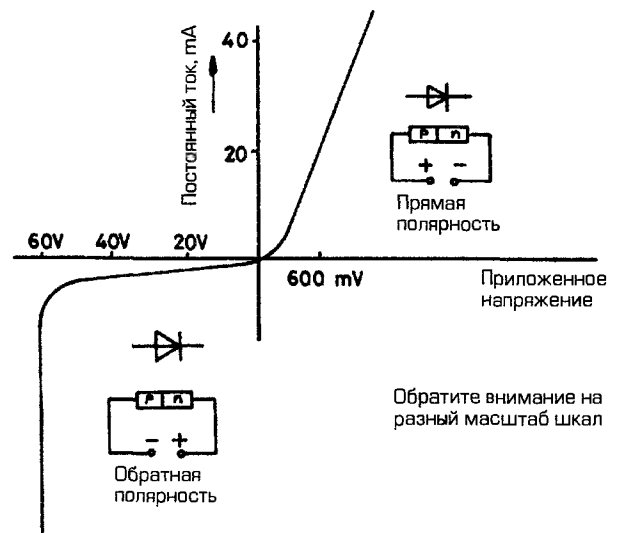
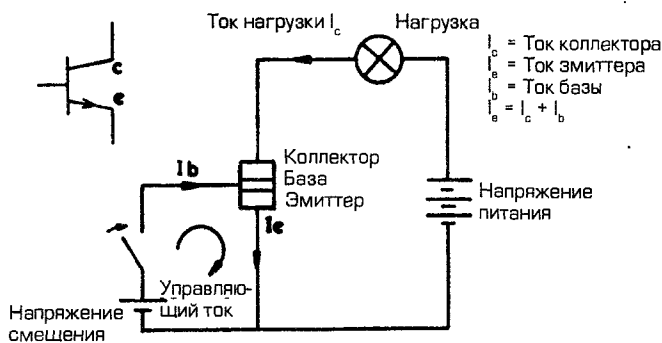


Рис. 1.23. Диодный выпрямитель



Сначала надо пропустить ток через переход база-эмиттер. Для кремниевых транзисторов для этого необходимо напряжение около 650 мВ. Ток через базу обычно составляет примерно 1/50 от тока коллектора.

Транзистор может выполнять роль выключателя – в этой роли он часто используется в автомобильном электронном оборудовании.

Если вместо включения и выключения изменять значение тока базы, то ток коллектора тоже будет меняться, но в 50 раз больше. В этом случае транзистор выполняет роль усилителя тока.

Рис. 1.24. Работа транзистора

26 Транзистор

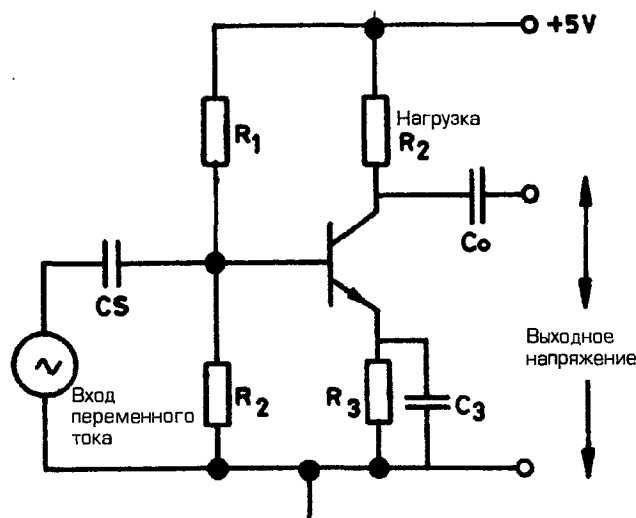
1 Транзистор – это сэндвич, состоящий из материалов типа р-п-р или п-р-п, вроде двух диодов, соединенных одноименными полюсами.

Если пропустить ток между внутренним и одним из наружных слоев, то это позволит пропустить значительно больший ток между наружными слоями.

Этот эффект иллюстрирует рис. 1.24. Если подвести ток I_b к базе, то от коллектора к эмиттеру также потечет ток. Ток коллектора значительно превышает ток базы и может им управляться. Включение или выключение тока базы приводит к одновременному включению или выключению тока коллектора.

Таким образом, транзистор может выполнять роль выключателя.

2 Если изменять ток базы, например, по закону синуса, то ток коллектора тоже будет изменяться по закону синуса, но с амплитудой примерно в 50 раз большей.



Конденсаторы C_1 и C_2 отсекают постоянный ток
 R_1 и R_2 создают смещение
 R_3 выполняет роль температурного компенсатора

Рис. 1.25. Однокаскадный выпрямитель с общим эмиттером

Таким образом, транзистор может выполнять роль усилителя тока.

3 Для получения усилителя напряжения нужно в цепь коллектора включить резистор R_1 . Изменение тока через транзистор вызовет соответствующее изменение напряжения на резисторе R_1 (см. рис. 1.25).

Смещение в этой схеме создается сопротивлениями R_1 и R_2 вместо батареи, которая использовалась в схеме рис. 1.24. Сопротивление R_3 предназначено для компенсации температурных изменений. Так, при повышении температуры будет расти ток эмиттера, но это вызовет большее падение напряжения на резисторе R_3 , но при этом уменьшится и смещение на базе, что приведет к снижению тока эмиттера. Включенный параллельно резистору R_3 конденсатор C_3 отводит переменную составляющую на землю, предотвращая ее воздействие на базу.

4 Транзистор может работать в трех вариантах, наименования которых зависят от того, какой из трех его электродов является общим для входа и выхода. По этому признаку есть схемы с общей базой, с общим эмиттером и с общим коллектором. Их характеристики представлены на рис. 1.26.

27 Полевой транзистор

1 Если обычный транзистор управляется током и имеет низкое входное сопротивление, то полевой транзистор обладает большим входным сопротивлением и управляется напряжением.

	Способ включения	Усиление по току	Усиление по напряжению	Выходное сопротивление
	С общим эмиттером	Большое (50 ... 500)	Большое	Среднее (около 2 кОм)
	С общей базой	Меньше 1.0 (около 0.99)	Большое	Низкое (около 50 Ом)
	С общим коллектором	Большое	Меньше 1.0	Очень высокое (около 1 МОм)

Смещение не показано

Рис. 1.26. Варианты включения транзисторов

Имеется также встроенная функция определения разрыва в цепи нагрузки, защита от пониженного напряжения, а также обеспечена совместимость с присоединяемыми логическими микросхемами.

Если требуются не все указанные свойства, то можно обойтись более простым аналогичным устройством TEMPFET.

4 Устройство TEMPFET также использует металл-оксидную технологию и состоит из двух чипов, один из которых представляет собой обычный усилитель на полевом транзисторе n - или p -типа, а второй – термочувствительный тиристорный усилитель (см. рис. 1.28).

Термочувствительный тиристор начинает пропускать ток при температуре чуть ниже допустимой температуры устройства. При достижении этой температуры тиристор замыкает входной вентиль на источник, разряжая входной конденсатор, и тем самым отключает устройство.

30 Стабилитрон

1 Стабилитрон, или диод Зенера, используется обычно для ограничения напряжения. Областью его применения являются стабилизаторы и ограничители пиковых значений напряжения.

При напряжении на диоде ниже некоторого порогового значения он имеет очень высокое сопротивление, так что его цепь можно считать практически разомкнутой. При достижении напряжением

порогового значения наступает "пробой" диода и ток в нем лавинообразно возрастает, удерживая питающее напряжение практически на неизменном уровне (см. рис. 1.29).

31 Тиристор

1 Тиристор – это электронный выключатель. Он либо включен и пропускает достаточно большой ток, либо полностью выключен и тока не пропускает. Но в отличие от механического выключателя, тиристор не имеет подвижных контактов и может управляться небольшим током, который подводится к управляющему электроду. Тиристор состоит из четырех слоев полупроводника p - n - p .

2 После того, как ток на управляющем электроде открыл тиристор, дальнейшее изменение управляющего тока не оказывает на тиристор никакого воздействия и он постоянно будет находиться в открытом (проводящем) состоянии. Выключить тиристор можно лишь снизив почти до нуля напряжение анод-катод. Это свойство идеально подходит для управления конденсаторной системой зажигания (см. главу 6) и ряда других устройств электрооборудования автомобиля.

3 Если напряжение на аноде положительно по отношению к катоду (см. рис. 1.30), то для включения устройства требуется подать на управляющий электрод импульс тока длительностью всего в несколько микросекунд.

В проводящем состоянии тиристор имеет примерно постоянное падение напряжения, примерно в 1 В, независимо от проходящего по нему тока.

Тиристор, пропускающий ток 10 А, требует для своего включения импульс тока силой примерно 60 мА при напряжении 3 В.

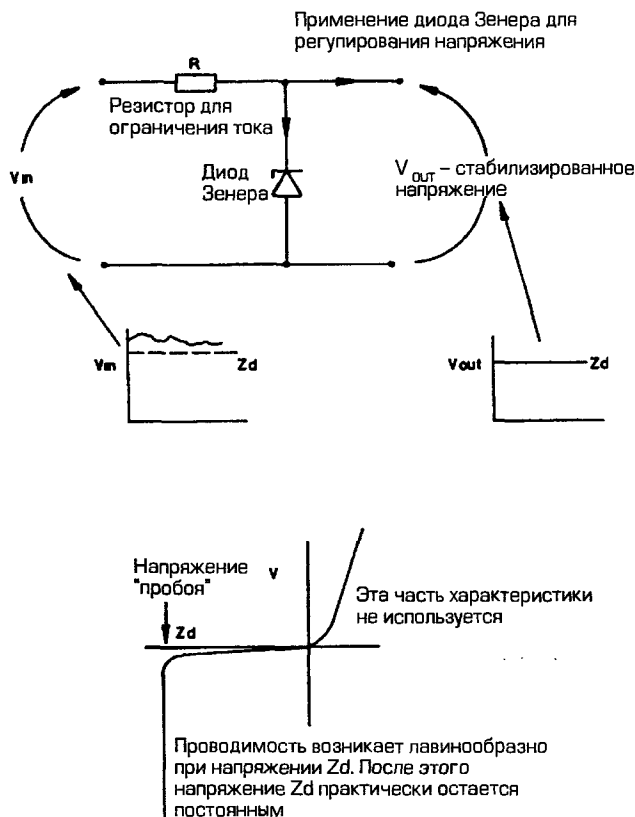
32 Аналоговые и цифровые сигналы

1 Аналоговым называют непрерывный сигнал, плавно изменяющийся в соответствии с изменением некоторой физической величины. Например, в аналоговом режиме работают все стрелочные приборы автомобиля. Электронные приборы управления системами автомобиля могут выполнять вычисления в аналоговой форме, но более удобной для них является цифровая форма сигнала.

2 Цифровые сигналы выражаются числами, причем в бортовых вычислительных системах наиболее удобным является двоичный сигнал, который принимает только два значения – 0 и 1.

Любое десятичное число может быть преобразовано в двоичную форму и наоборот.

Аналоговый сигнал также может быть преобразован в цифровую форму, а цифровой – в аналоговый. Примеры такого преобразования будут часто встречаться в этой книге, особенно при описании систем зажигания и топливоподачи. Так, терморезистор, измеряющий температуру, выдает аналоговый сигнал, но для того, чтобы его можно было использовать в компьютере, он сначала должен быть преобразован в цифровую форму (см. рис. 1.31).



Стабилитрон проводит ток в обратном направлении

Рис. 1.29. Стабилитрон (диод Зенера) – характеристика и способ применения

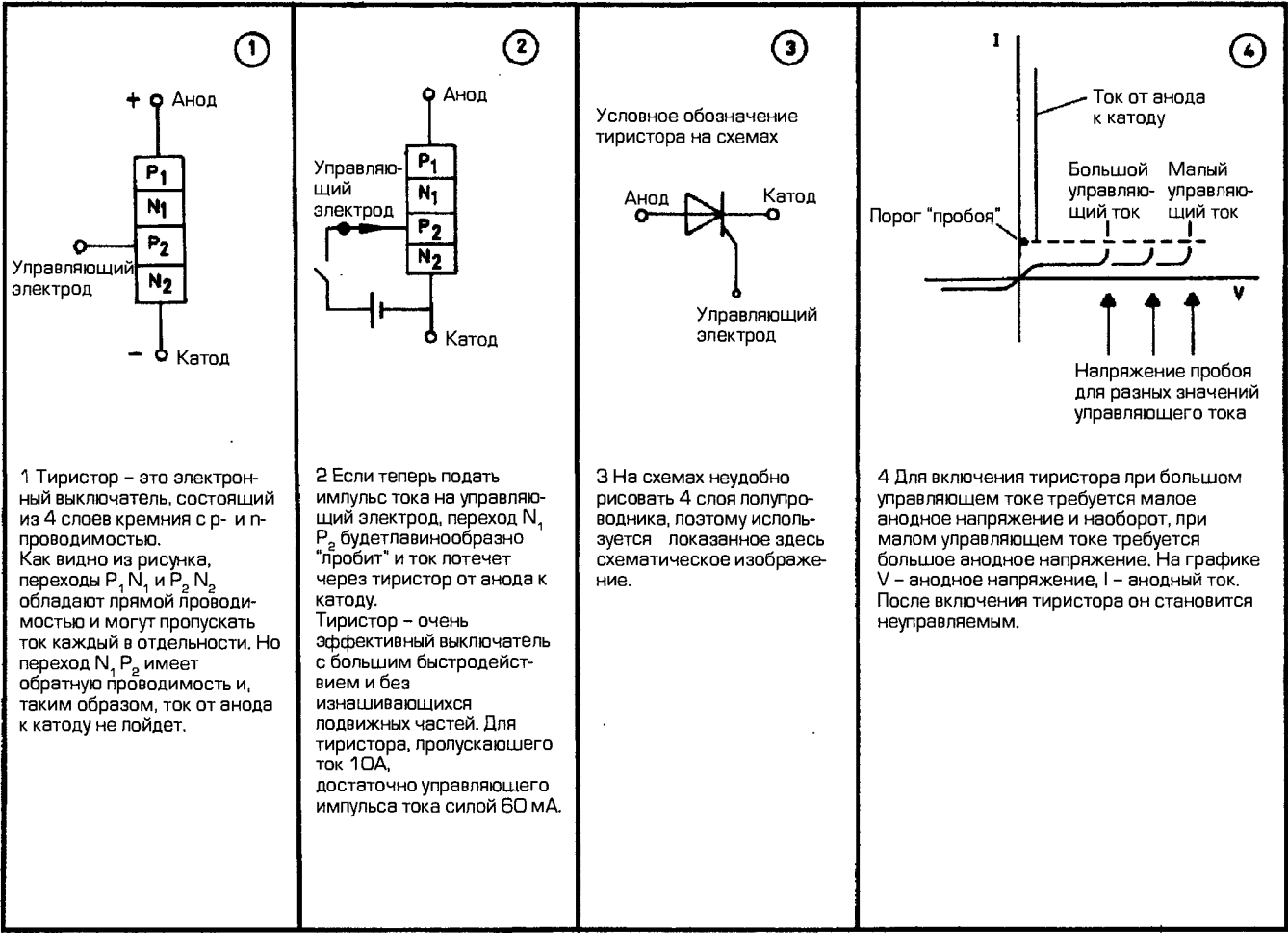


Рис. 1.30. Тиристор

3 Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) работает следующим образом. Через определенные промежутки времени в АЦП включается генератор "пилообразного" напряжения. Одновременно запускается генератор прямоугольных импульсов постоянной частоты. В момент совпадения "пилообразного" напряжения с

входным аналоговым сигналом генератор прямоугольных импульсов останавливается, а соединенный с АЦП счетчик подсчитывает число пришедших на него импульсов, которое и является числовой мерой аналоговой величины.

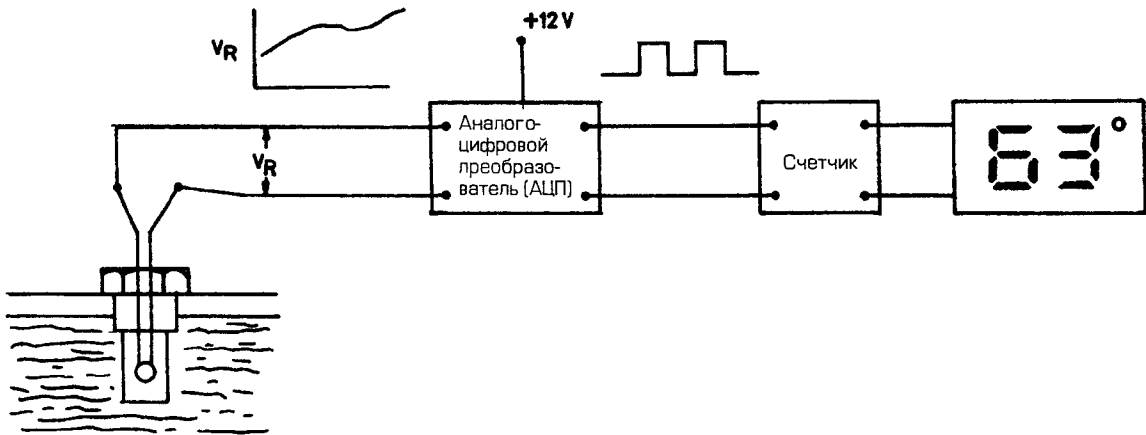


Рис. 1.31. Преобразования аналогового сигнала в цифровую форму

33 Датчики и исполнительные устройства

1 Измерение таких величин, как скорость, температура, давления, скорость воздушного потока и пр. осуществляется с помощью датчиков.

По результатам измерения системе управления должна выполнить какое-то действие, как правило, перемещение некоторого регулирующего органа. Это перемещение осуществляется с помощью исполнительных устройств.

Датчики и исполнительные устройства будут описаны в тексте по мере их появления.

34 Дополнительная литература

1 Выше были приведены только самые поверхностные сведения по электротехнике, необходимые для понимания работы электрооборудования автомобиля.

Тем, кто хочет получить более глубокие знания в этой области, следует обратиться к учебникам, имеющимся в достаточном количестве в библиотеках и магазинах.

Глава 2 Стрелочные и цифровые приборы

Содержание

Панель приборов	1
Аналоговые приборы	2
Приборы с железным якорем	3
Биметаллические приборы	4
Приборы с подвижной катушкой	5
Стабилизаторы напряжения питания приборов	6
Датчики и индикаторы температуры	7
Индикаторы давления	8

Спидометры	9
Техометры	10
Измерение температуры охлаждающей жидкости (цифровое)	11
Измерение уровня топлива (цифровое)	12
Путевые компьютеры	13
Контроль состояния автомобиля	14
Работа системы контроля состояния автомобиля	15
Электронные табло	16

1 Панель приборов

1 Информация о режиме движения и состоянии систем автомобиля отображаются на приборной панели. Успехи в области развития измерительных систем привели к созданию приборных панелей, полностью оснащенных электронным измерительным оборудованием и средствами отображения информации.

2 Тем не менее, объем информации, требующейся водителю, остается прежней. Приборы должны отражать следующие параметры:

- а) скорость и пробег автомобиля;
- б) количество топлива в баке, а также предупреждение о низком его уровне;
- в) температура двигателя;
- г) давление масла в двигателе;
- д) сигнализация о включении ближнего и дальнего света фар;
- е) сигнализация о включенном стояночном тормозе;
- ж) сигнализация о включенном зажигании;
- з) повторители сигналов поворота и аварийной сигнализации;
- и) сигнализация о заряде-разряде аккумулятора.

3 На приборной панели может также отображаться и дополнительная информация, такая как частота вращения двигателя, износ тормозных накладок, сигнализация падения уровня тормозной жидкости, уровня масла в двигателе, уровня охлаждающей жидкости и жидкости в бачке омывателя, сигнализация о неисправности осветительных приборов, температура воздуха, сигнализация включения обогревателя заднего стекла и прочее.

Полезен также бортовой компьютер, который позволяет рассчитать:

- а) средний и текущий расход топлива;
- б) среднюю скорость;
- в) ожидаемое время приезда в назначенный пункт;
- г) количество израсходованного топлива;
- д) стоимость топлива на километр.

2 Аналоговые приборы

1 Пока не на всех автомобилях установлены современные электронные дисплеи, широко распространенными остаются традиционные аналоговые приборы.

В приборных панелях автомобилей используются приборы следующих типов:

- в) с железным якорем – применяются давно и сейчас выходят из употребления; быстрое движение стрелки;

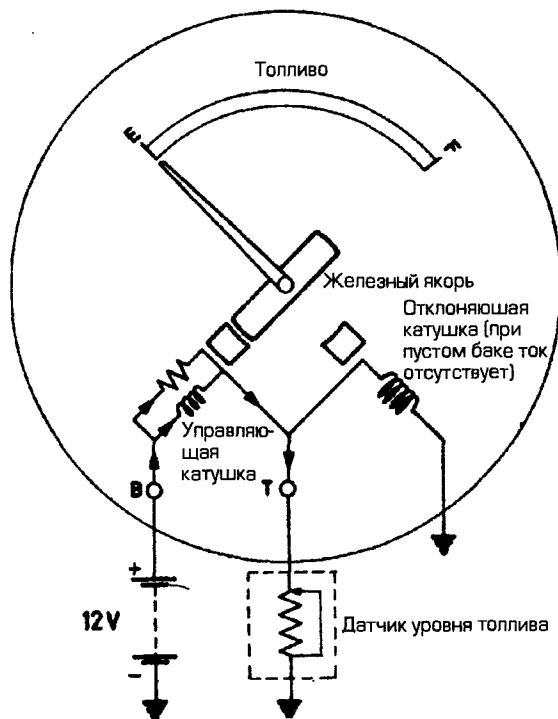


Рис. 2.1,а. Указатель уровня топлива в баке (пустой бак) – прибор с железным якорем

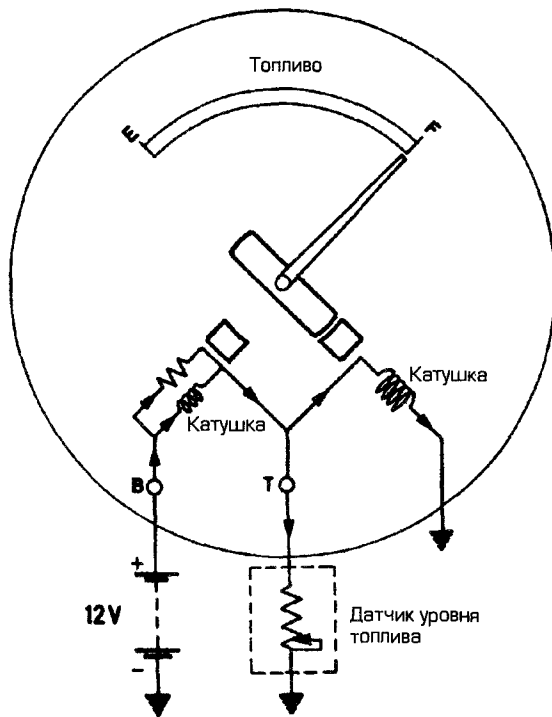


Рис. 2.1,б. Указатель уровня топлива в баке (полный бак)

- б) биметаллического типа – медленное движение стрелки, требуется стабилизация напряжения питания;
- в) с подвижной катушкой – мгновенная реакция, используется для индикации напряжения аккумулятора.

3 Приборы с железным якорем

1 Показания приборов этого типа определяются соотношением магнитных полей двух катушек, действующих на железный якорь, вращающийся не оси (см. рис. 2.1, а, б).

Управляющая и отклоняющая катушки притягивают железный якорь при прохождении через них тока, при этом положение якоря и связанной с ним стрелки указывает уровень топлива в баке.

В баке установлен потенциометр, меняющий свое сопротивление в зависимости от уровня топлива. При пустом баке сопротивление потенциометра минимально, а при полном – максимально. По мере увеличения уровня топлива в баке растет сопротивление прохождению тока через потенциометр. Это приводит к тому, что через отклоняющую катушку проходит большой ток, который отклоняет якорь со стрелкой вправо.

2 Эта система имеет два недостатка:

- а) система не демпфирована и стрелка прибора реагирует на колебания уровня топлива при езде по неровностям;
- б) трудности с измерением малого количества топлива в баке, именно тогда, когда точность измерения наиболее необходима.

3 Достоинство прибора – его дешевизна и независимость показаний от напряжения питания.

4 Биметаллические приборы

1 Приборы этого типа применяются для измерения различных величин. Одно из применений – указатель уровня топлива в баке (см. рис. 2.2), включающий в себя поплавок с переменным резистором и стрелочный указатель с биметаллической пластинкой.

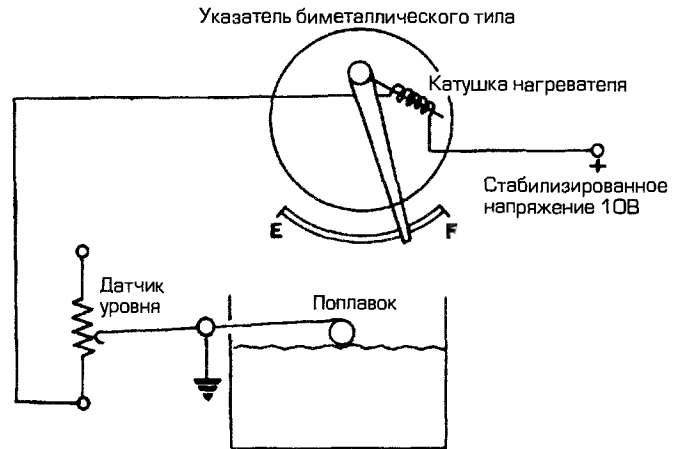


Рис. 2.2. Указатель уровня топлива биметаллического типа

2 Указатель состоит из U-образной биметаллической пластинки, на одну ножку которой намотана катушка нагревателя. При нагревании пластинки составляющие ее металлы увеличивают свою длину по-разному, в связи с чем пластинка изгибается и связанная с ней стрелка движется вдоль шкалы, показывая уровень топлива. Пластинка выполнена U-образной, чтобы компенсировать тепловое расширение, не связанное с нагревательной катушкой. Поэтому при любой окружающей температуре прибор дает правильные показания.

3 Иногда поплавок устроен таким образом, чтобы его вес, а следовательно, и глубина погружения, зависели от уровня топлива. В почти пустом баке глубина погружения поплавка минимальна и поэтому он имеет в этой области наибольшую чувствительность.

4 Эта же задача решается с помощью переменного шага наводки потенциометра датчика.

5 Благодаря инерционности системы нагреватель-пластинка, прибор медленно реагирует на изменения и не чувствителен к колебаниям уровня топлива при торможении и езде на ухабах.

5 Приборы с подвижной катушкой

1 Приборы этого типа работают по тому же принципу, что и двигатели постоянного тока, только в ограниченном диапазоне угла поворота ротора (около 90°). На ось ротора прибора установлена спиральная пружина, которая противодействует вращению (см. рис. 2.3).

Катушка прямоугольной формы намотана на алюминиевый каркас, надетый на ротор, который может вращаться на оси в поле постоянного магнита. Для концентрации магнитного поля ротор изготовлен из железа. При пропускании тока через катушку, она будет поворачиваться вместе с ротором в поле магнита. Алюминиевый каркас катушки служит демпфером колебаний, поскольку

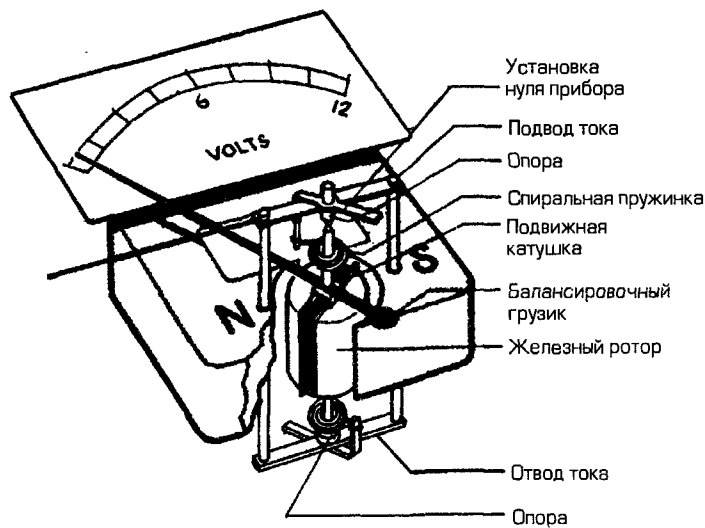


Рис. 2.3. Прибор с подвижной катушкой

при любых колебаниях ротора в каркасе индуцируется ток, препятствующий вращению.

2 На обоих концах оси ротора закреплены спиральные пружинки, препятствующие его вращению. Когда крутящий момент, создаваемый взаимодействием тока, проходящего через катушку, уравнивается реакцией пружинок, ротор останавливается и связанная с ним стрелка показывает на шкале значение тока.

Спиральные пружинки навиты в разные стороны, поэтому любые деформации, вызванные изменением температуры, всегда уравновешены и не влияют на показания прибора. Через эти же пружинки подводится ток к катушке.

3 Приборы этого типа предназначены для измерений только в цепях постоянного тока, но при добавлении к нему выпрямителя может быть использован и в цепях переменного тока. Если последовательно с катушкой включить резистор с большим сопротивлением для ограничения тока, то прибор можно использовать как вольтметр. При включении параллельно катушке резистора с малым сопротивлением прибор может работать как амперметр. Приборы этого типа имеют довольно высокую точность, поэтому они широко используются в измерительной технике.

4 Кроме того, приборы с подвижной катушкой обладают высокой чувствительностью – они позволяют отклонить стрелку на полную шкалу током всего 50 микроампер.

6 Стабилизаторы напряжения питания приборов

1 Это еще одна область использования биметаллических приборов. В стабилизаторе биметаллическая пластинка предназначена не для перемещения стрелки, а для прерывания контактов, через которые проходит ток к нагрузке и к нагревательной катушке самого стабилизатора (см. рис. 2.4).

2 После размыкания контактов пластинка остывает и снова замыкает контакты. Этот цикл повторяется с невысокой частотой, зависящей от напряжения аккумулятора или генератора. Большинство стабилизаторов поддерживают среднее напряжение 10В. Поскольку такой стабилизатор предназначен для питания сравнительно инерционных приборов, колебания напряжения при разрыве и замыкании контактов не имеют отрицательных последствий.

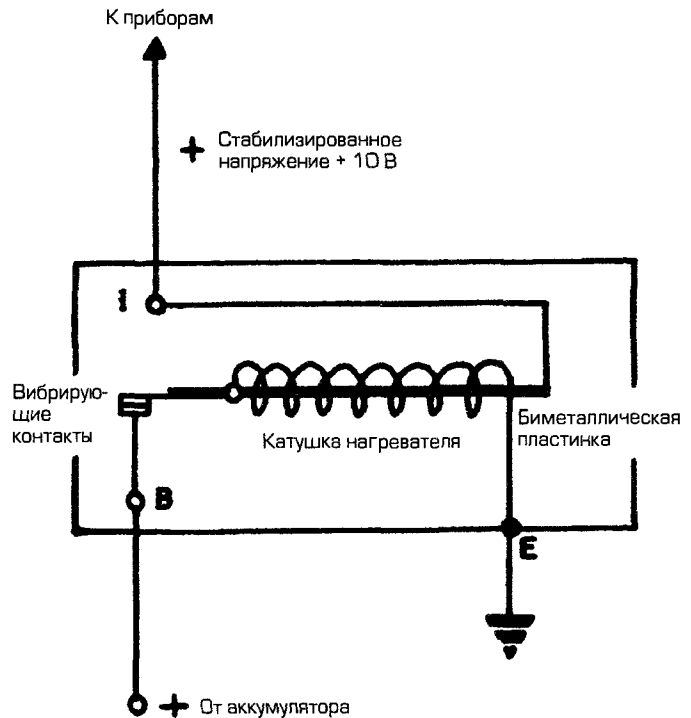


Рис. 2.4. Биметаллический стабилизатор

3 При неисправности стабилизатора показания приборов могут стать неправильными. Устанавливая новый стабилизатор, соблюдайте инструкции изготовителя, если хотите получить гарантированную точность.

4 Для проверки стабилизатора подключите хороший вольтметр к контакту 1 и к массе. Напряжение должно пульсировать со средним значением 10В. (Имейте в виду, что некоторые стабилизаторы имеют номинальное напряжение на выходе 7В).

7 Датчики и индикаторы температуры

1 В автомобилях ранних конструкций температура измерялась с помощью капсулы с жидкостью, соединенной тонкой трубкой с указателем на основе пружины Бурдона, которая обычно используется в манометрах. Такая конструкция имела ряд существенных недостатков и в настоящее время практически полностью вытеснена измерительными устройствами на основе биметаллических пластин и термисторов.

2 Устройство первого типа, показанное на рис. 2.5, использует биметаллические пластины в конструкции как датчика, так и индикатора. Датчик по своей схеме напоминает стабилизатор напряжения, описание которого дано в предыдущем параграфе. Относительное время пребывания контактов датчика в открытом и закрытом состоянии зависит от температуры. При высоких значениях температуры усилие на контактах ослабевает и они дольше находятся в открытом состоянии. При этом ток через индикатор уменьшается. Наибольший ток через индикатор проходит при низкой температуре датчика.

Прибор не чувствителен к колебаниям тока, вызванным замыканием и размыканием контактов из-за высокой инерционности биметаллических устройств.

Приборы этого типа в настоящее время также устарели, но до сих пор встречаются на автомобилях старых выпусков.

3 Термисторные (полупроводниковые) датчики температуры основаны на высокой чувствительности полупроводниковых приборов к изменению температуры. Полупроводники обладают ярко выраженной отрицательной зависимостью сопротивления от температуры. Иными словами, сопротивление полупроводника, в отличие от большинства металлов, с ростом температуры уменьшается.

4 Термисторный датчик представляет собой латунную капсулу, внутри которой помещена капля полупроводникового материала. Полупроводник имеет контакт с внутренней стенкой капсулы для

лучшего отвода тепла, выделяющегося в полупроводнике от прохождения по нему тока индикатора. Сопротивление термистора зависит от температуры жидкости, омывающей капсулу – при низкой температуре сопротивление больше, при высокой – меньше.

5 В качестве индикатора к датчикам с термисторами могут использоваться приборы с подвижным железным якорем или биметаллического типа (см. рис. 2.6); в последнем случае требуется стабилизированный источник питания.

8 Индикаторы давления

1 Приборы, показывающие давление масла, устанавливаются на дорожных и спортивных автомобилях. Большинство автомобилей снабжены только сигнальной лампочкой, которая начинает мигать или горит постоянно при падении давления ниже допустимого уровня.

2 Выключатель сигнальной лампочки обычно представляет собой мембранный датчик контактного типа (см. рис. 2.7).

Датчик ввернут в маслопровод в блоке цилиндров.

При низком давлении контакты датчика замкнуты. Они разомкнутся тогда, когда давление сможет преодолеть усилие пружины. Сигнальная лампочка небольшой мощности предупреждает водителя о падении давления ниже допустимого уровня.

3 Другая конструкция диафрагменного датчика давления с пьезоэлектрическим преобразователем показана на рис. 2.8.

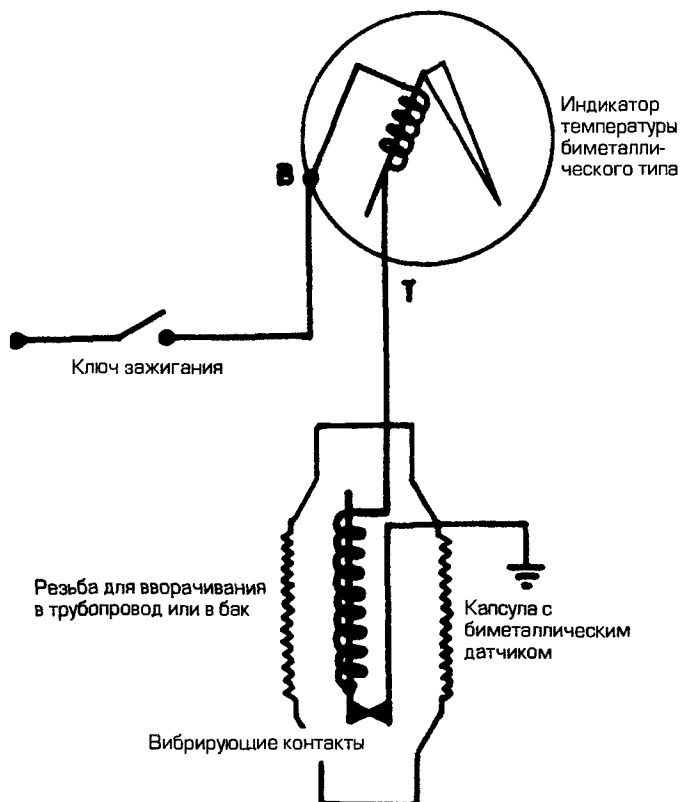


Рис. 2.5. Указатель температуры с датчиком и индикатором биметаллического типа

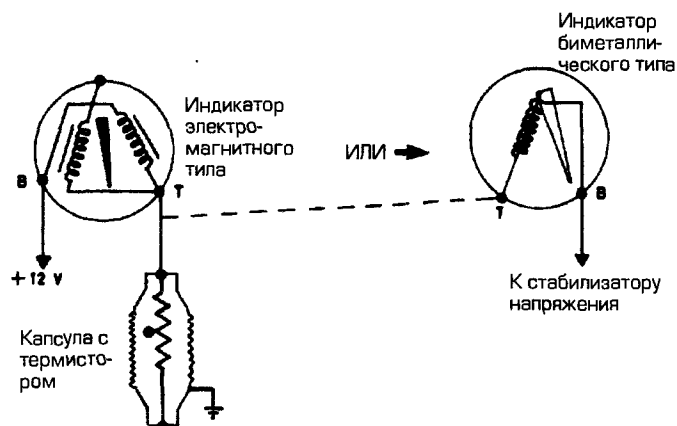


Рис. 2.6. Термисторный датчик температуры с индикаторами электромагнитного и биметаллического типов

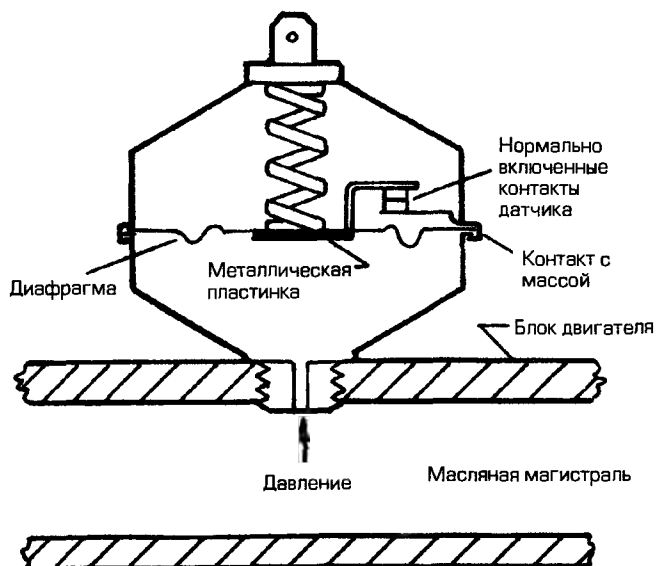
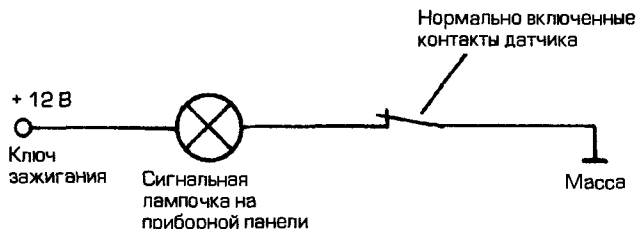


Рис. 2.7. Контактный датчик давления масла

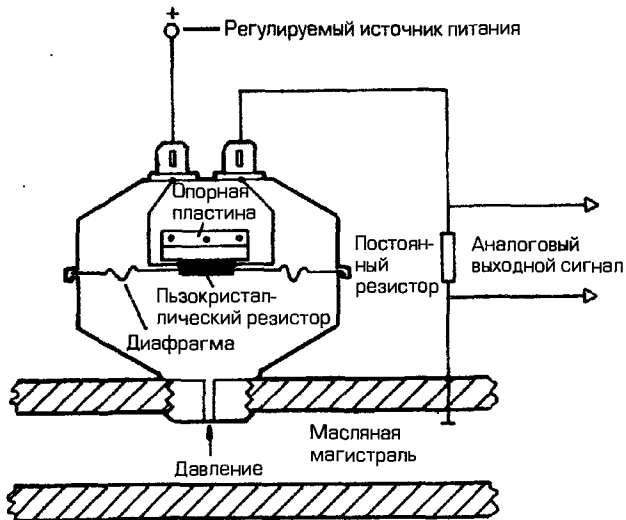


Рис. 2.8. Датчик давления масла

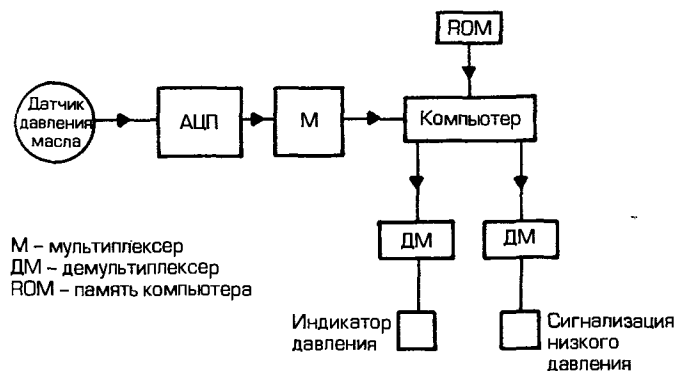
Полупроводниковый пьезокристалл обладает следующим свойством: изменение давления на одной паре его противоположных плоскостей влечет за собой изменение сопротивления между двумя другими противоположными плоскостями.

Пьезокристалл с последовательно подключенным к нему резистором с постоянным сопротивлением присоединены к регулируемому источнику постоянного напряжения.

Под действием изменяющегося давления пьезокристалл меняет свое сопротивление, что приводит к изменению падения напряжения на постоянном резисторе. Это напряжение пропорционально измеряемому давлению.

Такой датчик обычно включается в состав цифрового индикатора давления (см. рис. 2.9). Выходное напряжение датчика сначала преобразуется из аналоговой в цифровую форму, после чего подается в бортовой компьютер. В постоянной памяти компьютера (ROM – read-only memory) хранится таблица соответствия цифровых кодов значениям давления. Прочтя цифровой код, компьютер преобразует его в значение давления, вырезанное в цифровой форме, которое передается на дисплей приборной панели.

Обычно датчики подключены к бортовому компьютеру через коммутатор, который по очереди соединяет с компьютером



М – мультиплексер
ДМ – де multipлексер
ROM – память компьютера

В памяти компьютера хранится таблица соответствия цифровых кодов значениям давления. В ней также хранится минимальное значение давления, при котором загорается сигнальная лампочка.

Рис. 2.9. Измерение давления масла электронными средствами

каждый датчик на время измерения. Это эффективный способ использования компьютера, поскольку в противном случае для каждого датчика потребовался бы свой компьютер.

Компьютер выводит на дисплей два вида информации: "сигнал низкого давления" и "давление масла".

4 Аналоговая система измерения давления масла с использованием датчика диафрагменного типа с биметаллическим преобразователем и индикатором, показана на рис. 2.10. Диафрагма прогибается под действием давления и сильнее прижимает контакты биметаллического вибратора.

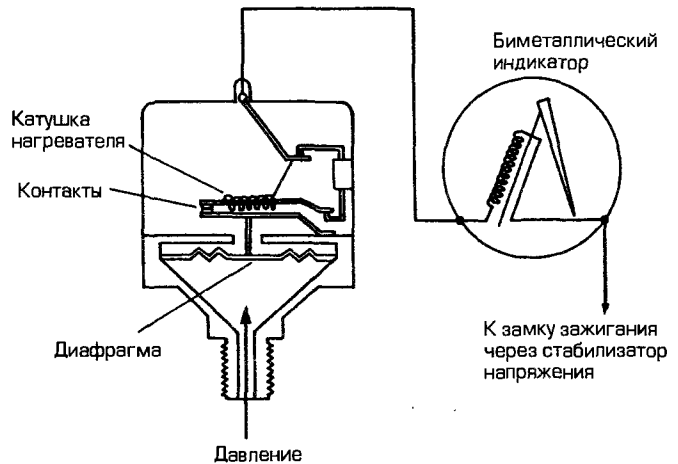


Рис. 2.10. Датчик давления масла с биметаллическим преобразователем и индикатором

В основе работы вибратора лежит тот же принцип, что и в стабилизаторе напряжения (см. рис. 2.4). Нагреватель изгибает биметаллическую пластинку датчика, которая разрывает контакты. Контакты прерывают ток, идущий на индикатор, а также на катушку нагревателя, в результате чего биметаллическая пластинка остывает и вновь замыкает контакты. Относительное время пребывания контактов в замкнутом и разомкнутом состоянии зависит от прогиба диафрагмы, т.е. от давления масла. Индикатор показывает среднее значение тока и может быть градуирован в единицах давления.

9 Спидометры

Аналоговый спидометр

1 Первый спидометр, установленный на автомобиль в 1899 году, работал по принципу центробежного регулятора. После этого принцип действия и конструкция спидометра много раз менялась, в результате чего на многие годы вплоть до наших дней классической стала конструкция спидометра с индукционной передающей муфтой (см. рис. 2.11).

Ведущая часть муфты представляет собой цилиндр, выштампованный из легкого алюминиевого сплава. Цилиндр вращается в поле постоянного магнита, в результате чего в цилиндре индуцируется ток, образующий вокруг цилиндра электромагнитное поле. Взаимодействие двух магнитных полей приводит к тому, что внутренний постоянный магнит увлекается вслед за цилиндром.

2 Ведущий вал спидометра приводит также в действие счетчик дневного и полного пробега, который устроен подобно велосипедному счетчику.

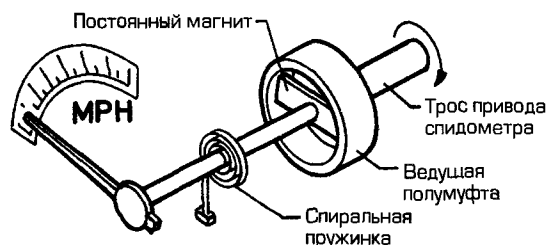


Рис. 2.11. Спидометр с индукционной муфтой

Спидометр этого типа имеет один недостаток – необходимость тянуть трос от коробки передач к приборной панели, поэтому конструкторы ищут новые технические решения.

Цифровой спидометр

3 Датчик такого спидометра расположен в трансмиссии. Принцип действия датчика может быть различным: индукционный, генератор Холла, фотоэлектрический и пр. (см. рис. 2.12). Выходным сигналом датчика являются импульсы напряжения, частота которых пропорциональна скорости автомобиля. После прохождения через блок формирования (триггер Шмидта – см. главу 6, рис. 6.71) прямоугольные импульсы попадают в мультиплексер.

После мультиплексера импульсы попадают во временные ворота, открывающиеся на определенный промежуток времени. Число импульсов, прошедших через ворота, и подсчитанных счетчиком, пропорционально скорости автомобиля. Со счетчика число передается на микропроцессор, где пересчитывается в скорость, и далее – через демultipлексер и декодер поступает на цифровой дисплей. После считывания и обработки очередного измерения счетчик сбрасывается на нуль и готов к принятию очередного пакета импульсов.

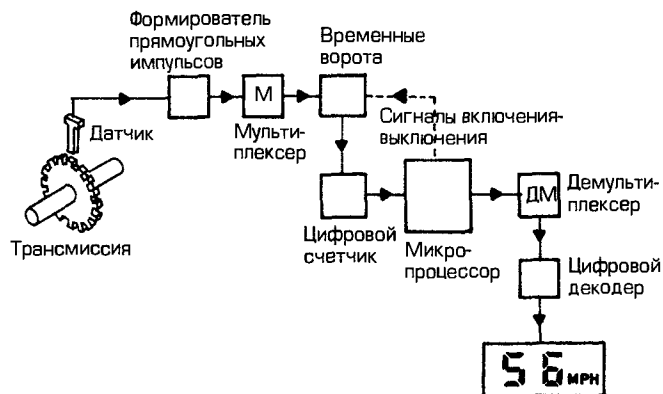


Рис. 2.12. Принцип работы цифрового спидометра

11 Измерение температуры охлаждающей жидкости (цифровое)

1 В параграфе 7 были описаны измерительные устройства с биметаллическим и термисторными датчиками и аналоговыми показывающими приборами.

Вместе с тем, сигналы датчиков, особенно термисторного, могут быть преобразованы в цифровую форму, требуемую для дальнейшей их обработки микропроцессором.

2 Термистор помещен в латунную капсулу, ввернутую в блок цилиндров двигателя неподалеку от термостата. Капсула омывается охлаждающей жидкостью и ее температура определяет сопротивление термистора.

3 Последовательно с термистором включен резистор с постоянным сопротивлением, с которого снимается выходное напряжение, пропорциональное температуре. Этот аналоговый сигнал преобразуется в цифровую форму аналого-цифровым преобразователем (см. рис. 2.13). Через мультиплексер цифровой сигнал подается на микропроцессор, в постоянной памяти которого хранится таблица соответствия значений температуры поступающим импульсам.

Микропроцессор дает на дисплей приборной панели информацию двух видов: текущее значение температуры и сигнал перегрева, если значение температуры превышает допустимый уровень.

10 Тахометры

1 Тахометр измеряет частоту вращения двигателя. В настоящее время им оснащаются автомобили средней стоимости, хотя раньше такой прибор имелся только на дорожных и спортивных автомобилях.

2 Тахометр работает по тому же принципу, что и спидометр: подсчитывается число импульсов за определенный промежуток времени, затем, после соответствующей обработки, информация отображается индикатором цифрового или аналогового типа.

Обычно источником импульсов для тахометра служит система зажигания. Начальные импульсы снимаются с катушки зажигания или прерывателя и далее подаются для придания им прямоугольной формы на триггер Шмидта. В остальном измерительная схема с цифровой индикацией ничем не отличается от показанной на рис. 2.12.

Для аналоговых индикаторов импульсы преобразуются в постоянный ток, который регистрируется прибором магнито-электрической системы (с подвижной катушкой), проградуированным в об/мин.

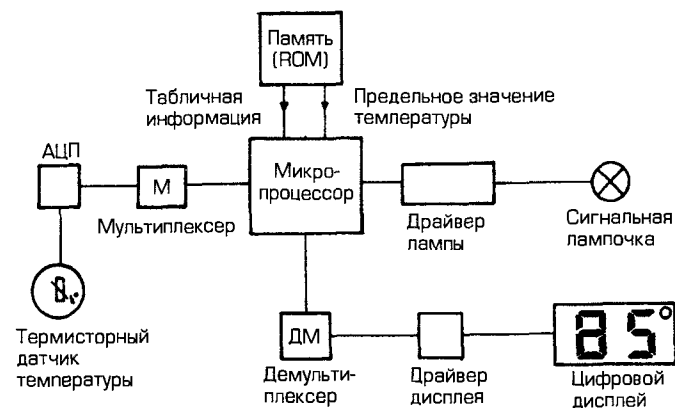


Рис. 2.13. Цифровая система измерения и индикации температуры двигателя

12 Измерение уровня топлива (цифровой)

1 Датчиком уровня топлива в баке является потенциометр, связанный с поплавком. С потенциометра снимается напряжение, пропорциональное уровню, которое после преобразования в цифровую форму поступает на микропроцессор. В памяти микропроцессора хранится таблица соответствия количества топлива характеру поступающих импульсов. Если уровень топлива опускается до заданного минимального уровня, на панели приборов появляется предупреждающий сигнал.

2 Чтобы исключить влияние волн в баке на показания прибора, микропроцессор выполняет несколько измерений с задержкой в несколько секунд и затем вычисляет среднее значение.

13 Путевые компьютеры

1 В последние годы в связи со значительным снижением стоимости микропроцессоров, компьютерная техника все шире внедряется в автомобилестроение и бортовой компьютер становится обычным оборудованием автомобиля (см. рис. 2.14).

2 Типичный бортовой компьютер может давать следующую информацию:

- Дату и время
- Мгновенный расход топлива
- Средний расход топлива
- Стоимость топлива на километр (или милю) пробега
- Ожидаемое время прибытия в пункт назначения
- Ожидаемый пробег на оставшемся топливе
- Количество израсходованного топлива
- Температура наружного воздуха
- Пройденный путь

3 Для расчета компьютером некоторых параметров водитель должен перед выездом ввести в него исходные данные, после чего компьютер сможет давать указанную выше информацию при нажатии соответствующей кнопки на пульте управления.

Для расчетов, требующих знания текущего времени, компьютер имеет встроенные кварцевые часы высокой точности.

Большинство датчиков, дающих информацию для компьютера, уже были описаны выше. Исключение составляет датчик расхода топлива.

Этот датчик может быть выполнен в виде небольшой встроенной в топливопровод турбинки с крыльчаткой. При вращении турбинки под действием потока топлива лопасти крыльчатки перекрывают луч света от источника (фотодиода) к фотопреобразователю. Таким образом, на выходе фотопреобразователя получается импульсное напряжение с частотой, пропорциональной расходу топлива.

14 Контроль состояния автомобиля

1 Одной из функций информационного дисплея бортового компьютера является предупреждение водителя о возникших неисправностях и ненормальных ситуациях.

Теперь, когда для многих автомобилей установлен интервал обслуживания 12 000 миль, возросла вероятность того, что за этот срок может перегореть лампочка, понизиться уровень масла или тормозной жидкости и т.д. Таким образом возникла необходимость в дополнительном контроле состояния узлов автомобиля и своевременном предупреждении водителя об их отказах.

2 Сигнальные табло или лампочки обычно сгруппированы вместе на одной панели, размещенной так, чтобы их было хорошо видно с места водителя. Примером может служить дисплей бортового компьютера автомобиля Rover 800 (см. рис. 2.14).

Дисплей схематично изображает автомобиль в виде светящихся линий, изображающих следующие элементы:

- Открытые двери или багажник
- Дальний и ближний свет фар
- Сигнал поворота
- Габаритные огни
- Стоп-сигналы
- Задние противотуманные фонари
- Освещение номерного знака

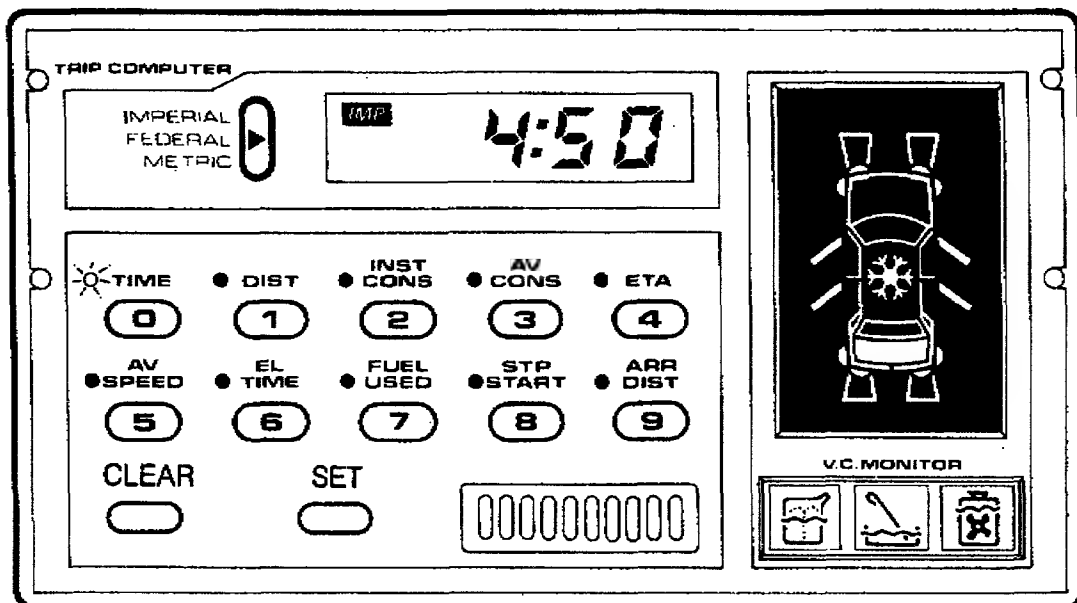


Рис. 2.14. Комбинированный бортовой компьютер с дисплеем

Если лампа или цепь работают исправно, то соответствующий элемент на дисплее светится. При возникновении неисправности элемент перестает светиться, при этом подается дополнительный сигнал зуммером или дополнительной лампочкой, чтобы привлечь внимание водителя на неисправность.

3 В сигнальных табло могут быть использованы лампочки накаливания, флуоресцирующие экраны, дисплеи на жидких кристаллах, фотодиоды, люминесцентные лампочки.

Информация на табло может появляться в буквенно-цифровой форме, в виде точечных рисунков и текстов, в виде символов. Обычно системы сигнализации построены на базе единого микропроцессора, который обслуживает несколько систем. Однако отдельные системы могут иметь индивидуальную систему сигнализации на базе интегральных микросхем.

4 На всех автомобилях обязательно установлены приборы контроля заряда-разряда аккумулятора, уровня топлива в баке, включения световых приборов, указателей поворота, давления масла и температуры охлаждающей жидкости. Дополнительно может отображаться следующая информация:

Неисправность световых приборов

Уровни – тормозной жидкости, охлаждающей жидкости, масла в двигателе, жидкости в бачке омывателя

Износ тормозных накладок

15 Работа системы контроля состояния автомобиля

1 Большинство датчиков для сигнализации состояния систем автомобиля выполнены по типу выключателей, срабатывающих при достижении параметром установленного уровня.

Если при срабатывании датчик контактного типа размыкает свои контакты, то система контроля может трактовать это состояние как обрыв цепи и подать сигнал неисправности. Для преодоления этого противоречия контакты датчика зашунтированы постоянным сопротивлением, так что при разрыве контактов цепь не прерывается (см. рис. 2.15).

Для работы в среде топлива и масла применяются датчики других типов. Так, для сигнализации о низком уровне топлива используют герметичные магнитоуправляемые контакты (герконы) с катушкой или постоянным магнитом. Для контроля уровня масла используют датчик с нагреваемым проводом.

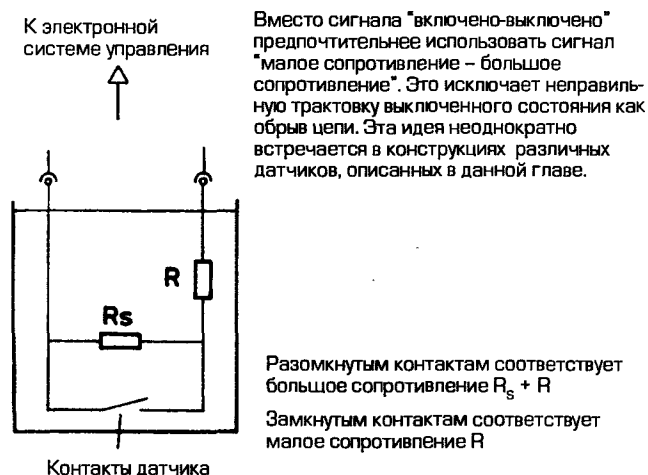


Рис. 2.15. Датчик контактного типа

2 При включении зажигания все сигнальные лампочки на панели будут гореть в течение 5 секунд для проверки исправности самих лампочек и их цепей. Через 5 секунд лампочки погаснут, если все контролируемые системы исправны. Если в какой-либо из цепей обнаружена неисправность, система контроля переводит сигнальную лампочку в мигающий режим. Лампочка будет мигать сериями по 40 секунд с небольшими паузами.

Неисправность световых приборов

3 Для контроля за исправностью лампочек осветительных приборов используются герконы. На рис. 2.16 изображена схема с герконом, управляемым внешней катушкой. Если контролируемая лампа горит, проходящий через нее ток возбуждает катушку геркона, контакты замыкаются и сигнальная лампочка тоже зажигается.

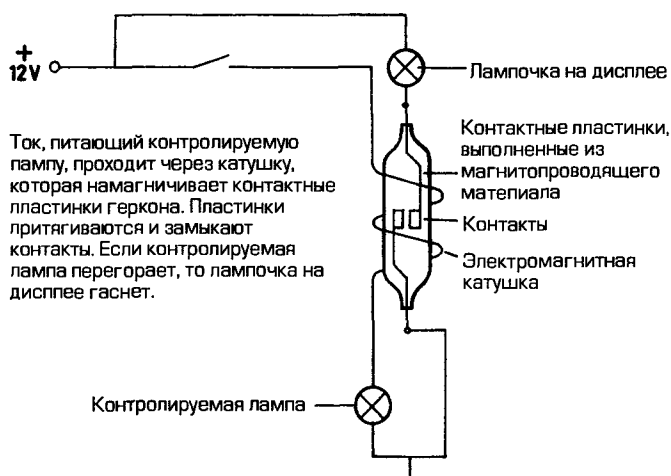


Рис. 2.16. Схеме индикации неисправности лампы на основе геркона

Вариацией на эту тему является использование геркона с двумя катушками, намотанными в противоположных направлениях. Контролируемыми являются две одинаковые лампы, например, габаритные фонари. Ток на каждую из ламп проходит через свою катушку. Пока горят обе лампы, магнитные потоки катушек взаимно уничтожаются и контакты геркона остаются разомкнутыми. При перегорании одной из ламп магнитный поток одной из катушек прерывается и оставшаяся катушка замыкает контакты геркона, в результате чего сигнальная лампочка загорается.

Износ тормозных колодок

4 Схема имеет несколько вариантов, один из которых показан на рис. 2.17. На глубине, соответствующей предельной толщине накладки 2 мм, заделана проволоочная петля. Когда износ достигает этой глубины, конец петли стирается и цепь прерывается. В этот момент к сопротивлению контрольной цепи 180 Ом последовательно добавляется сопротивление 1200 Ом. Увеличение сопротивления с 180 до 1380 Ом воспринимается блоком управления как сигнал к включению лампочки на приборной панели.

Датчики уровня жидкости – поплавковый выключатель

5 Поплавковые датчики – самые дешевые из датчиков, предназначенных для измерения уровня жидкости.

На рис. 2.18 показана конструкция такого датчика с поплавком, к рычагу которого прикреплен небольшой магнит. В верхней части

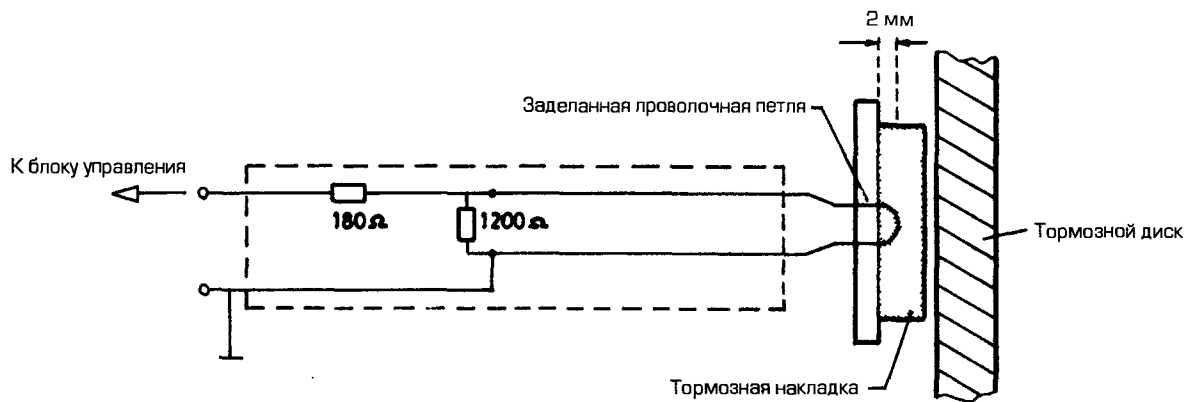


Рис. 2.17. Датчик износа тормозных колодок

бака укреплен геркон. Когда бак полон и поплавок находится вверху, магнит оказывается вблизи геркона и своим магнитным полем замыкает контакты. По мере опускания поплавка магнитное поле в области геркона ослабевает и не наступает такой момент, когда магнит не в состоянии будет удерживать контакты в замкнутом состоянии.

При размыкании контактов сопротивление датчика скачком возрастает с 180 до 1380 Ом. Для блока управления это является сигналом к включению лампочки на панели приборов.

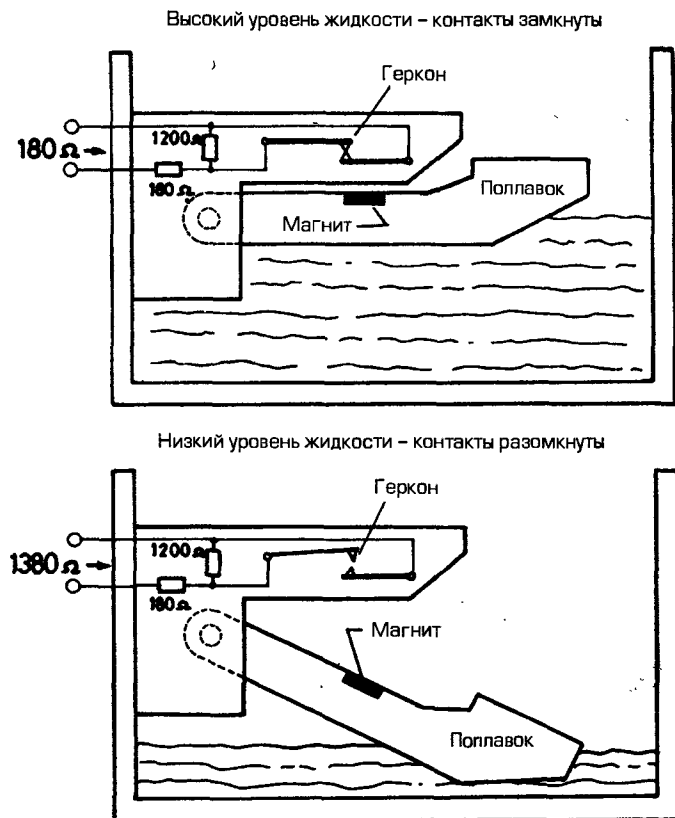


Рис. 2.18. Поплавковый датчик уровня

Датчики уровня жидкости – емкостной датчик

В стенку бака охлаждающей жидкости заделаны два не изолированных металлических электрода, образующих обкладки конденсатора. К обкладкам подведен переменный ток очень невысокого напряжения, но высокой частоты. Пока контакты погружены в жидкость, сопротивление конденсатора велико, но стоит жидкости опуститься ниже уровня заделки электродов, как сопротивление резко падает в связи с тем, что диэлектрическая

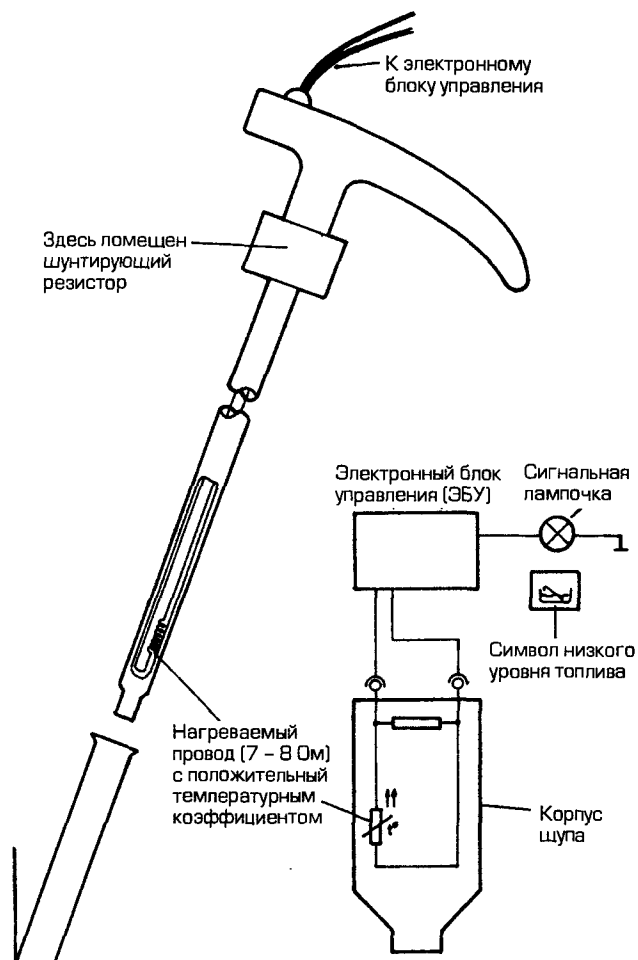


Рис. 2.19. Щуп с нагреваемым проводом

проницаемость воздуха выше, чем жидкости. Уменьшение сопротивления конденсатора блок управления воспринимает как сигнал к включению лампочки на приборной панели.

Датчики уровня жидкости – шуп с нагреваемым проводом

7 В стержень масляного шупа заделан проволочный резистор сопротивлением 7 ... 8 Ом. Резистор расположен ниже уровня масла в поддоне. Снаружи шуп, как и обычный, имеет метки MIN и MAX (см. рис. 2.19). Сверху из шупа выходят два провода, идущие к блоку управления, измеряющему сопротивление, зависящее от температуры.

При включении зажигания блок управления начинает подавать в шуп ток силой около 0.25 А короткими импульсами длительностью около 2 секунд. Если резистор находится ниже уровня масла, тепло быстро отводится маслом. Если же уровень масла опустится ниже резистора хотя бы на 3 мм, тепло не будет отводиться маслом и резистор нагреется за время пропускания тока до более высокой температуры. При этом сопротивление резистора увеличится за счет положительного температурного коэффициента, блок управления почувствует это изменение и включит сигнальную лампочку.

Надежность работы этого датчика во многом определяется качеством контактов, поэтому в случае неисправности прежде всего проверьте разъем на отсутствие грязи и окисления.

16 Электронные табло

1 Хотя стрелочные приборы все еще находят применение, они постепенно вытесняются интегральными табло. Преимуществами таких табло являются отсутствие движущихся деталей, быстрая реакция, хорошая читаемость, большая свобода в размещении их на панели.

На практике используют четыре различных способа отображения информации, иногда в комбинации. Ниже дано краткое описание их свойств.

Светодиоды

2 Диод с прямой p-n проводимостью при пропускании через него тока начинает излучать свет. Цвет свечения зависит от соотношения примесей фосфора и мышьяка в материале полупроводника (см. рис. 2.20).

Светодиоды могут излучать свет красного, желтого или зеленого цвета, однако наилучший оптический эффект дает красное излучение.

Ток через светодиод должен лежать в пределах от 2 до 25 мА, а падение напряжения на нем – около 2 В. Светодиоды имеют очень высокий ресурс и потребляют очень маленькую мощность.

Для отображения не табло линейных элементов можно использовать несколько светодиодов или светодиоды, выполненные в виде полосок (см. рис. 2.21 и 2.22).

Жидкие кристаллы

3 Жидкие кристаллы не излучают света, а только отражают его. Поэтому, чтобы табло было видно в темноте, необходима его подсветка.

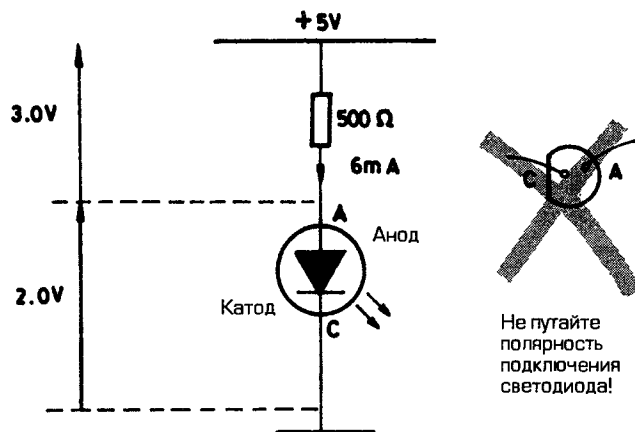
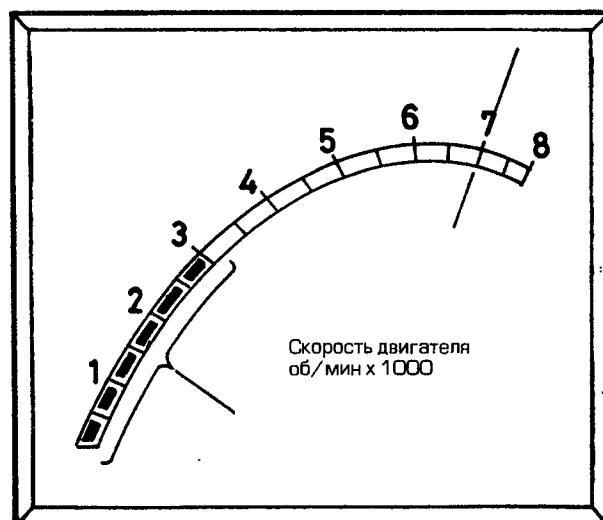


Рис. 2.20. Типичная схема включения светодиода



Каждый светодиод помещен в отдельную ячейку на печатной плате. Задние стенки ячеек имеют посеребренную поверхность

Рис. 2.21. Тахометр с индикацией светодиодами

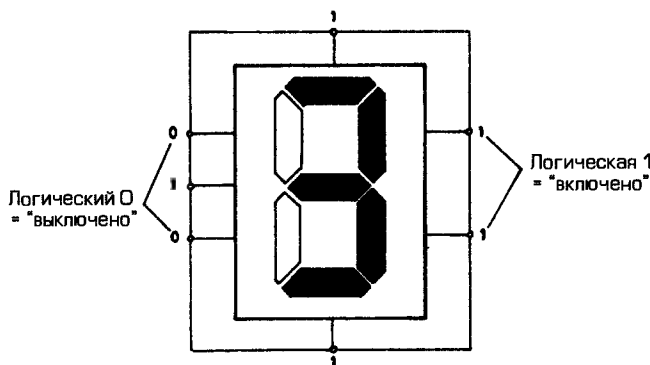


Рис. 2.22. Цифровой дисплей, состоящий из 7 светодиодов

Низкая стоимость, малая потребляемая мощность, четкая видимость и возможность придать изображению разные цвета с помощью фильтров – все это создает хорошие предпосылки для широкого применения жидких кристаллов в информационной технике.

Жидкий кристалл, состоящий из случайно ориентированных групп удлиненных молекул, помещается между двумя плоскими стеклянными пластинками, расположенными на расстоянии 10 мкм друг от друга. Кристаллу можно придать любую форму с помощью уплотнителя, образующего замкнутую капсулу. На внутренние поверхности стеклянных пластинок нанесен распылением тонкий прозрачный слой проводящего материала. Наружные поверхности стекол закрыты поляризованными фильтрами с взаимно перпендикулярными осями поляризации. Позади заднего фильтра расположен отражатель света (см. рис. 2.23).

Элемент с жидким кристаллом работает следующим образом. При отсутствии напряжения на обкладках кристалла наружный свет (1), проходя через поляризованный фильтр, лишается своей горизонтальной составляющей (2). Далее, в кристалле свет поворачивается на 90° и свободно проходит сквозь горизонтально ориентированный задний поляризованный фильтр. После отражения от задней стенки, свет преломляется обратный путь и выходит наружу.

При подаче напряжения порядка 5 В на обкладки кристалла он перестает поворачивать свет. Теперь свет не может достичь отражателя из-за горизонтального фильтра и область кристалла становится темной.

Технология жидких кристаллов позволяет набрать любую цифру или изображение из отдельных элементов, каждый из которых имеет индивидуальное управление.

Жидкокристаллические табло могут работать в диапазоне температуры от -30 до $+85^\circ\text{C}$. Для изображения одной цифры требуется ток силой примерно 8 микроампер.

Вакуумный флуоресцентный дисплей

4 Это активный дисплей (т.е. излучающий свет), основанный на принципе работы лампового триода.

Сегмент, образующий цифру или букву, покрыт слоем вещества, флуоресцирующего под воздействием электронов, наподобие кинескопа обычного телевизора.

Источником электронов является нагретая металлическая нить. Свободные электроны, вылетая из нити, образуют вокруг нее электронное облако. Если на сегмент экрана подать напряжение, положительное относительно нити, то электроны начнут притягиваться к сегменту и флуоресцирующий слой начнет светиться.

Между нитью и сегментами расположена управляющая сетка, на которую подается запирающее напряжение, не позволяющее электронам попасть на сегменты. Электроны смогут преодолеть сетку лишь в том случае, когда на соответствующий сегмент будет подано напряжения примерно +5 В. Величиной этого напряжения можно регулировать количество электронов, попадающих на сегмент, т.е. яркость изображения (см. рис. 2.24).

Обычно экран имеет зелено-желтое свечение, однако путем подбора состава люминофора цвет можно сделать любым. Наилучшим для восприятия является голубой цвет и его оттенки.

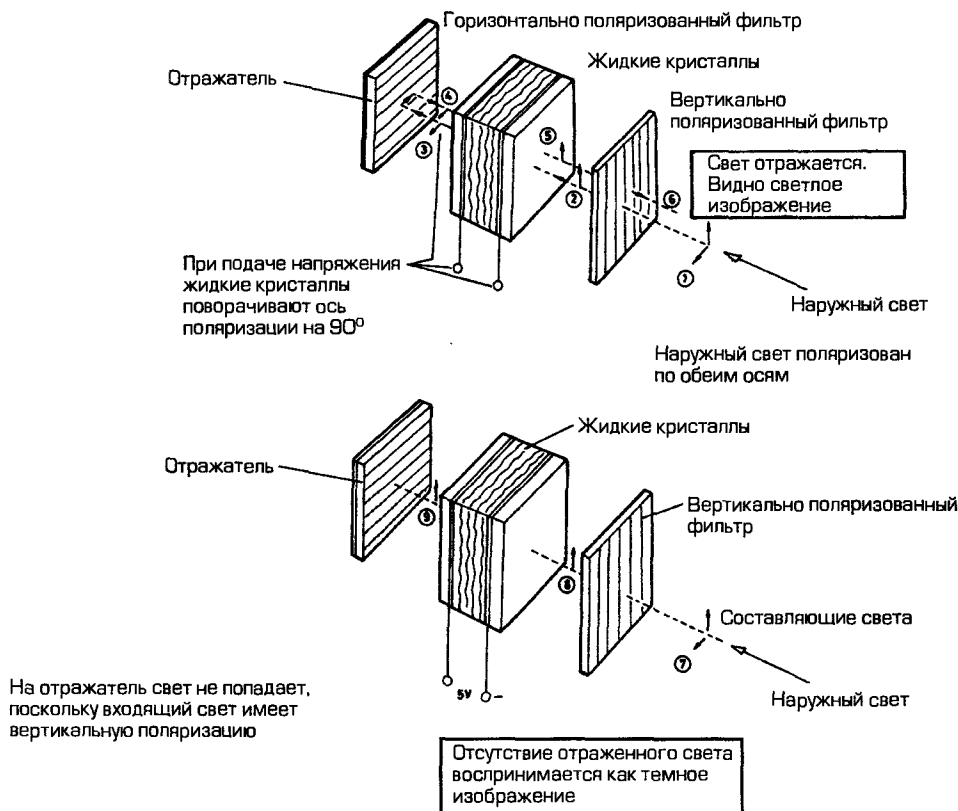


Рис. 2.23. Принцип работы дисплея на жидких кристаллах

Электролюминесценция

5 Этот способ отображения подобен дисплею с жидкими кристаллами, но вместо жидких кристаллов в нем используется сульфид цинка. Излучаемый свет можно использовать непосредственно для получения изображения, либо использовать его для подсветки другого дисплея. Потребление энергии такими устройствами незначительно, они имеют быструю реакцию, возможно получить свечение разных цветов.

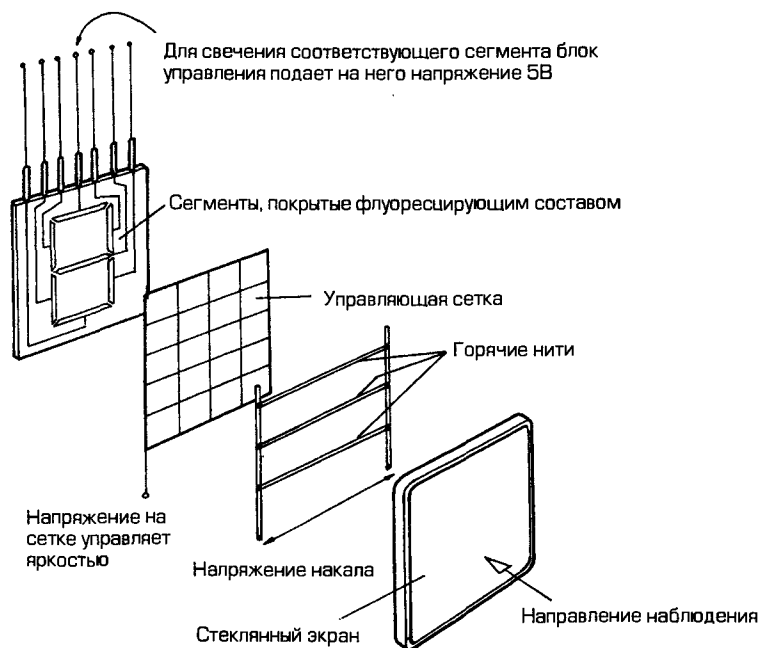


Рис. 2.24. Вакуумный флуоресцентный дисплей

Глава 3 Системы заряда аккумулятора

Содержание

Часть А: Генераторы переменного тока	
Введение	1
Преимущества генераторов переменного тока	2
Принцип работы генератора переменного тока	3
Однофазный и трехфазный генераторы	4
Выпрямители	5
Системы возбуждения	6
Самовозбуждение	7
Возбуждение от аккумулятора	8
Управление сигнальной лампочкой	9
Регуляторы	10
Контактный регулятор (реле-регулятор)	11
Температурная компенсация	12
Управляющее напряжение регулятора	13
Внешние соединения	14
Устройство генераторов	15
Выходная характеристика	16
Тепловой режим	17
Проблемы	18
Проверка генератора	19
Обслуживание генератора	20
Часть Б: Генераторы постоянного тока	
Введение	21
Зарядка аккумулятора	22
Реле обратного тока	23
Регулятор напряжения	24
Регулятор напряжения с компенсацией по зарядному току	25
Регулятор с компенсацией по нагрузке	26
Регулятор с полной компенсацией	27
Регулятор тока и напряжения	28
Форсирующая обмотка	29
Проверка генератора и его системы управления	30
Контакты	31
Замечания по обслуживанию	32
Замена генератора постоянного тока на генератор переменного тока	33

ЧАСТЬ А: ГЕНЕРАТОРЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

1 Введение

Источником электроэнергии в автомобиле, необходимой для работы систем зажигания, пуска, освещения, сигнализации и др. является генератор. Аккумулятор хоть и хранит некоторый запас энергии, но емкость его ограничена и без подзарядки он быстро истощится. Таким образом, на автомобиле должна быть система, восполняющая затраты энергии - система зарядки аккумулятора (см. рис. 3.1).

Все потребности в электроэнергии, включая подзарядку аккумулятора, обеспечиваются генератором, который приводится в действие двигателем через ременную передачу. Таким образом, начальным источником энергии является топливо.

Двигатель, а, следовательно, и генератор работают в широком диапазоне частот вращения, поэтому генератор должен быть оснащен регулятором, который обеспечивал бы более или менее постоянное напряжение на его выходе во всем диапазоне рабочих скоростей.

Для подзарядки аккумулятора требуется постоянный ток, поэтому необходим либо генератор постоянного тока (динамомашинa), либо генератор переменного тока с выпрямителем.

2 Преимущества генераторов переменного тока

1 Подсчитано, что городской автобус 40% своего рабочего времени стоит на месте или движется в неблагоприятных условиях.

2 Генератор постоянного тока (динамомашинa) не может заряжать аккумулятор при работе двигателя на холостом ходу, таким образом, усложняющиеся дорожные условия в совокупности с все растущими потребностями в электроэнергии означают предел возможности использования таких генераторов.

Еще одна группа недостатков генераторов постоянного тока связана с тем, что мощность приходится снимать с вращающегося контакта угольными щетками, поскольку основной ток образуется в роторе, тогда как обмотки возбуждения неподвижны.

3 В генераторе переменного тока все происходит наоборот. В нем обмотки, в которых образуется основной ток, неподвижны, а обмотки возбуждения вращаются (см. рис. 3.2). Обмотки возбуждения достаточно легкие и могут вращаться со значительно большей скоростью, чем ротор генератора постоянного тока, таким образом, при соответствующем подборе передаточного отношения привода ротор генератор переменного тока может вращаться с достаточной скоростью, чтобы уже на холостых оборотах давать положительную мощность для зарядки аккумулятора. На рис. 3.3 показано сопоставление выходных характеристик генераторов постоянного и переменного тока примерно одинаковой максимальной мощности.

4 Наконец, генератор переменного тока легче, требует к себе меньше внимания, не требует ограничения зарядного тока и обладает большим ресурсом. Электронный регулятор генератора переменного тока управляет его выходными характеристиками

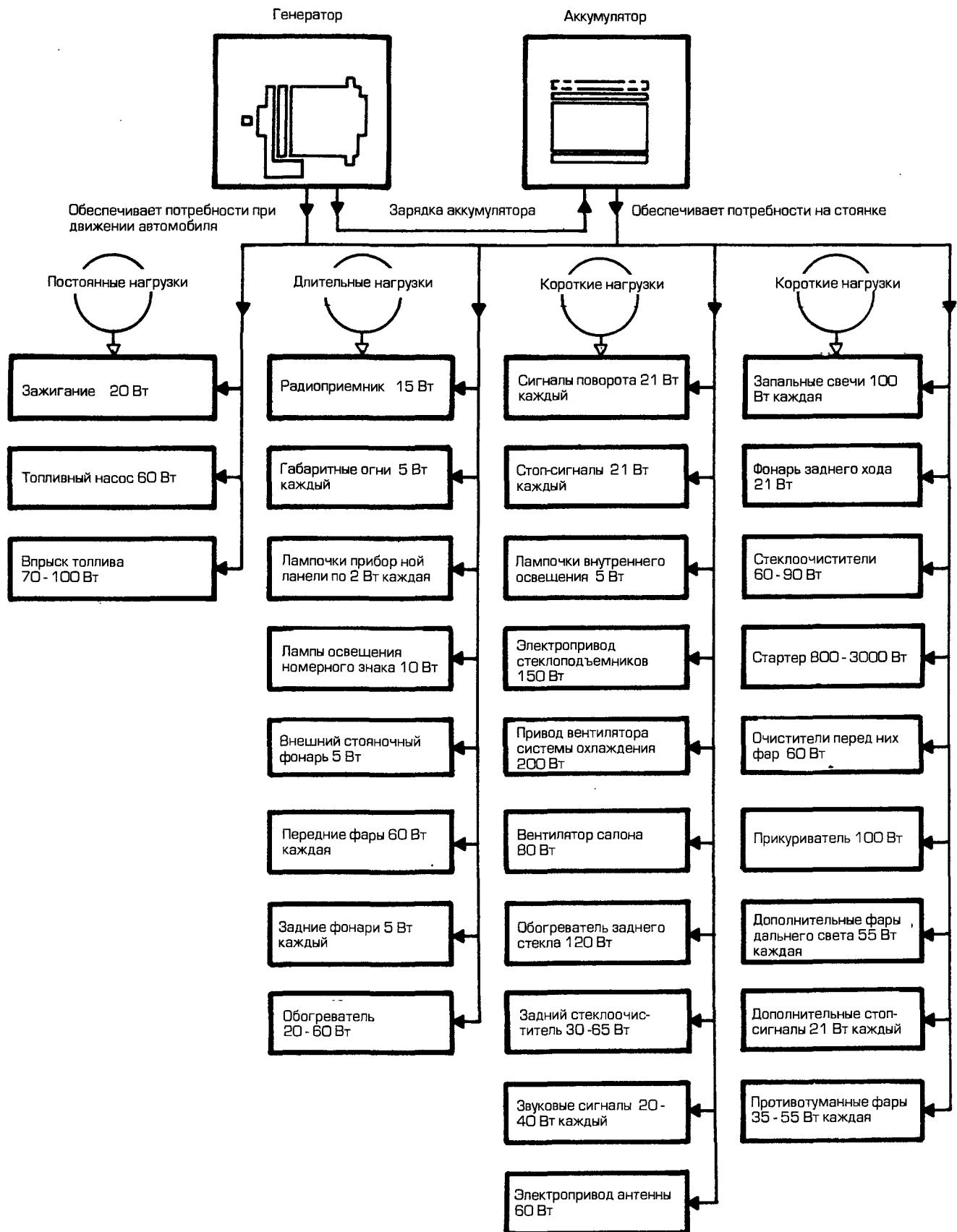


Рис. 3.1. Типичный набор потребителей электроэнергии на автомобилях конца 80-х годов

более точно, чем регулятор динамомашин и позволяет использовать необслуживаемые аккумуляторы.

3 Принцип работы генератора переменного тока

1 Когда проводник и магнитное поле движутся друг относительно друга, возникает электрическое напряжение (называемое электродвижущей силой или э.д.с.). Значение напряжения зависит от:

- а) скорости движения (V) проводника в поле;
- б) длины участка проводника L, находящегося в магнитном поле;
- в) напряженности магнитного поля B.

Тогда напряжение в проводнике определяется выражением $E = B L V$ Вольт

Этот закон, открытый в 1834 году Майклом Фарадеем, лежит в основе работы обоих генераторов.

2 С целью увеличения длины провода его свивают в катушку. Группу катушек называют обмоткой. Для концентрации магнитного потока катушки навивают на железный сердечник, который обычно состоит из набора тонких пластин, скрепленных и сжатых друг с другом так, что они образуют как бы сплошную конструкцию. Это сделано с целью предотвратить возникновения тока внутри сердечника и тем самым снизить потери и нагрев конструкции.

3 Вообразите (см. рис. 3.2 В) простейшую катушку, находящуюся в поле постоянного магнита. При вращении магнита его поле будет пересекать провода катушки и в них будет наводиться электродвижущая сила (э.д.с.). По мере смены полярности магнита (N - S - N - S и т.д.) полярность напряжения на концах катушки будет меняться. Если катушку подключить к внешней замкнутой цепи, то по цепи потечет ток также переменного направления с частотой изменения полярности равной частоте вращения магнита. Отсюда происходит и названия генератора.

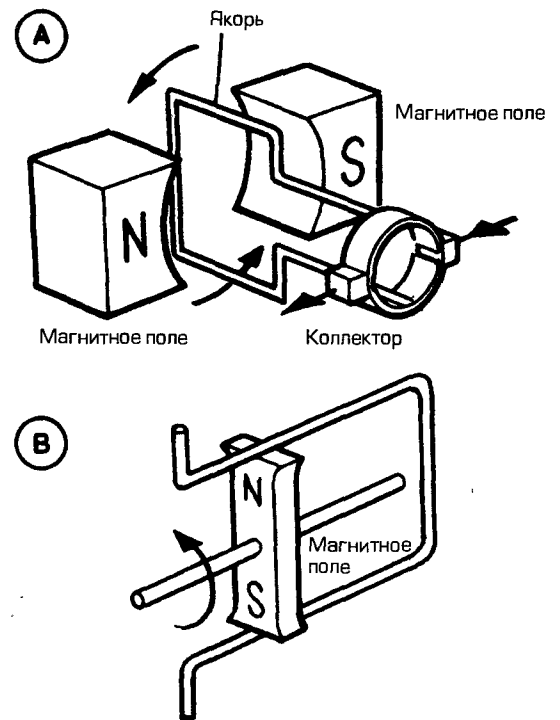
4 Число оборотов магнита в секунду совпадает с числом изменений направления тока или с числом циклов в секунду волн тока, идущего в одну или другую сторону по цепи.

5 Частота изменения тока, т.е. число изменений в секунду, измеряется в Герцах (Гц). Так при скорости вращения магнита 50 оборотов в секунду (50 Гц) частота переменного тока в катушке также будет равна 50 Гц. График, показывающий изменение э.д.с. генератора, изображен на рис. 3.4 и имеет форму синусоиды.

4 Однофазный и трехфазный генераторы

1 Генератор, имеющий пару простых катушек, будет давать ток, меняющийся по закону синуса. Для генераторов небольшой мощности этого бывает достаточно. Например, велосипедные динамомашин, а также генераторы переменного тока старых мотоциклов имеют одну пару катушек и дают однофазное напряжение, требующее лишь одной пары проводов. В автомобилях однофазные генераторы иногда применяются только на самых простых и дешевых моделях.

2 Нетрудно себе представить, что, если вокруг ротора расположить не одну, а несколько пар катушек, смещенных друг относительно друга на равные углы, то генератор в тех же габаритах произведет больше электричества. Это действительно так и генераторы обычно снабжаются тремя парами катушек или



А Генератор постоянного тока (неподвижное поле)

В Генератор переменного тока (вращающееся поле)

Рис. 3.2. Основные элементы генераторов постоянного и переменного тока

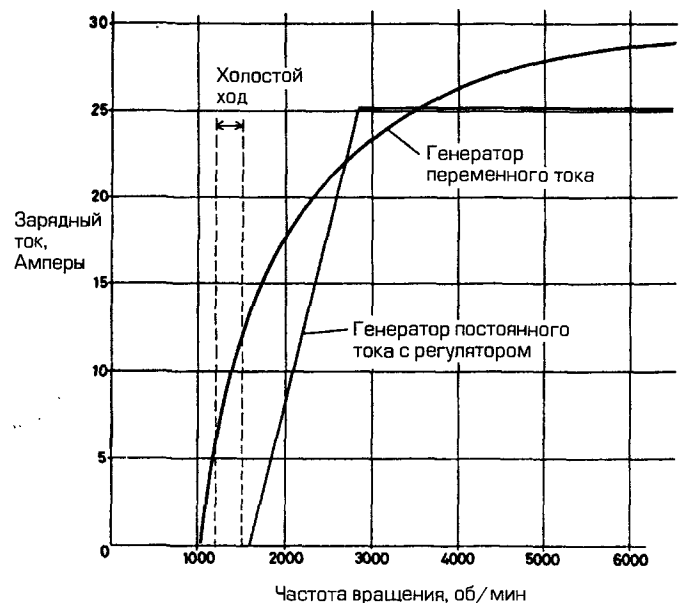


Рис. 3.3. Сравнение выходных характеристик генераторов постоянного и переменного тока

полюсов, расположенных в его статоре. Однако для отбора электрической мощности эти три пары катушек должны быть специальным образом соединены.

3 Если магнит совершит один оборот внутри статора, имеющего три пары катушек, то в каждой паре будет индуцирована э.д.с. синусоидальной формы, но эти три синусоиды будут смещены друг

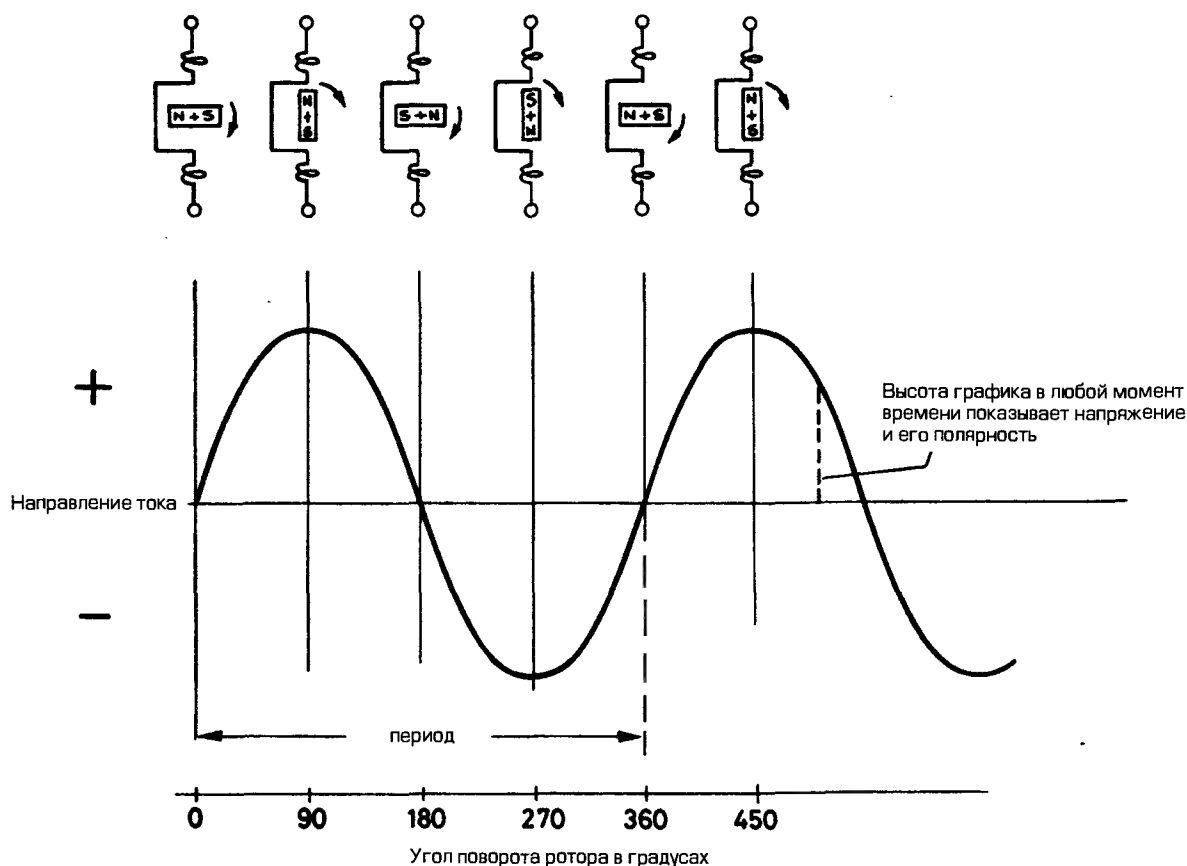


Рис. 3.4. Напряжение на выходе генератора переменного тока

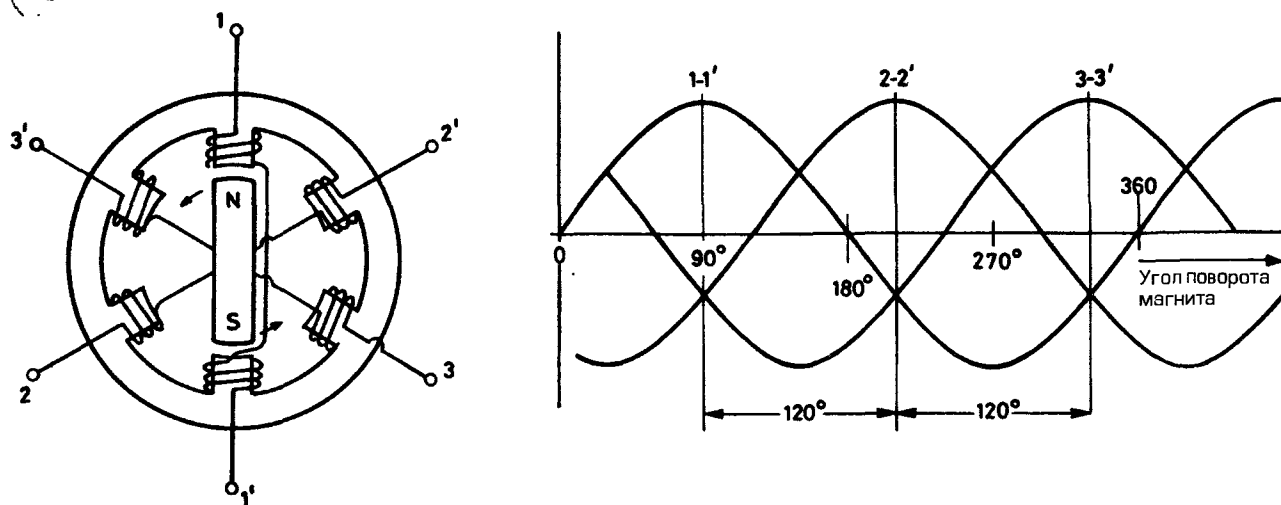


Рис. 3.5. Трехфазный генератор и напряжение на его выходах

относительно друга. Если полный оборот ротора составляет 360° , то нетрудно сосчитать, что при равномерном размещении трех пар катушек в статоре, смещение э.д.с. составит 120° (см. рис. 3.5). Э.д.с., сгенерированные вращающимся магнитным полем, в каждой из катушек будут совершенно одинаковы, но они будут отстоять друг от друга на время, необходимое для поворота ротора от одной пары катушек к другой, т.е. от 1-й до 2-й, от 2-й до 3-й, от 3-й до 1-й и т.д.

4 Концы катушек обычно соединяют в "звезду" или "треугольник" (см. рис. 3.6). Оба вида соединения широко используются в автомобильных генераторах переменного тока, но чаще применяется соединение в "звезду".

5 Соединение в "звезду" дает более высокое напряжение между любой парой выводов по сравнению с одной парой полюсов, однако оно не достигает удвоенного напряжения одной пары, поскольку между парами полюсов имеется смещение по времени (или сдвиг

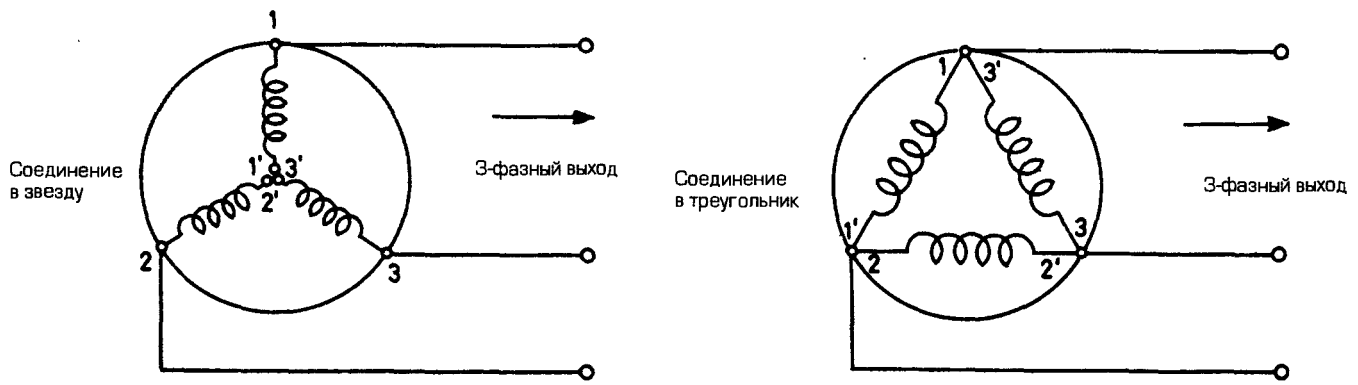


Рис. 3.6. Соединение катушек в звезду и треугольник

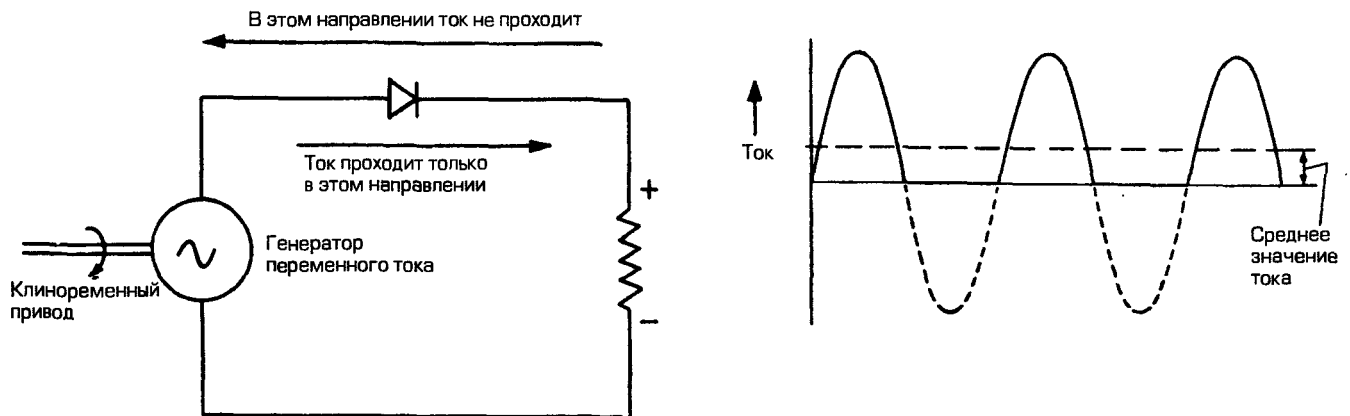


Рис. 3.7. Однополупериодный выпрямитель

фаз). Реально напряжение на любой паре выводов (или, как его принято называть, линейное напряжение) составляет 1.732 от фазного напряжения (т.е. напряжения на выводах одной пары катушек).

При соединении катушек в "треугольник" линейное напряжение будет равно фазному, но зато линейный ток составит 1.732 тока одной пары катушек. Поэтому в случаях, когда от генератора требуется получить большой ток, его катушки соединяют в "треугольник".

5 Выпрямители

1 Аккумуляторная батарея автомобиля служит для хранения запаса электрической энергии и является устройством постоянного тока. Аккумулятор снабжает потребители энергии постоянным током и требует для своей подзарядки также постоянный ток.

2 Перед тем, как использовать энергию генератора переменного тока в автомобиле, необходимо преобразовать переменный ток в постоянный. Как видно из рис. 3.4, ток генератора движется по цепи сначала в одну сторону, затем в другую. Если убрать нижнюю полуволну синусоиды, то ток станет пульсирующим, но зато не будет менять направления. Для аккумулятора такая пульсация не имеет значения, а если к выходу генератора подключить амперметр, то он покажет среднее значение постоянного тока.

3 Устройство, которое пропускает ток в одном направлении и не пропускает в другом, называется выпрямителем. Современные выпрямители выполнены из полупроводниковых материалов и имеют высокий коэффициент полезного действия. На рис. 3.7 показана простейшая схема подключения генератора переменного тока к нагрузке через диодный выпрямитель. Выпрямитель пропускает только верхнюю полуволну тока, отсекая нижнюю, поэтому с выпрямителя на нагрузку поступает пульсирующий ток всегда одного направления. По очевидным причинам такой выпрямитель известен под названием однополупериодного. Выпрямитель такого типа прост, но мало эффективен, потому что нижний полупериод тока просто теряется.

4 Более эффективным является двухполупериодный выпрямитель, который использует обе полуволны синусоиды тока генератора. Для его реализации требуется четыре диода (см. рис. 3.8,а). Собранный по такой схеме выпрямитель называют мостиковым.

5 Ток от генератора проходит через диоды выпрямителя только в направлении стрелки, но не наоборот. Так, если верхний вывод генератора в некоторый момент имеет положительное напряжение, то ток от него пойдет на зарядку аккумулятора через одну пару диодов, как показано на рис. 3.8,б. При смене полярности выводов генератора ток на аккумулятор пойдет через другую пару диодов (см. рис. 3.8,в). Таким образом, на аккумулятор пройдут обе полуволны синусоиды. На рис. 3.9 показан для сравнения результирующий ток на выходе как одно-, так и двухполупериодного выпрямителя. Одна из возможных конструкций двухполупериодного выпрямителя показана на рис. 3.10. Отдельные элементы выпрямителя называются диодами.

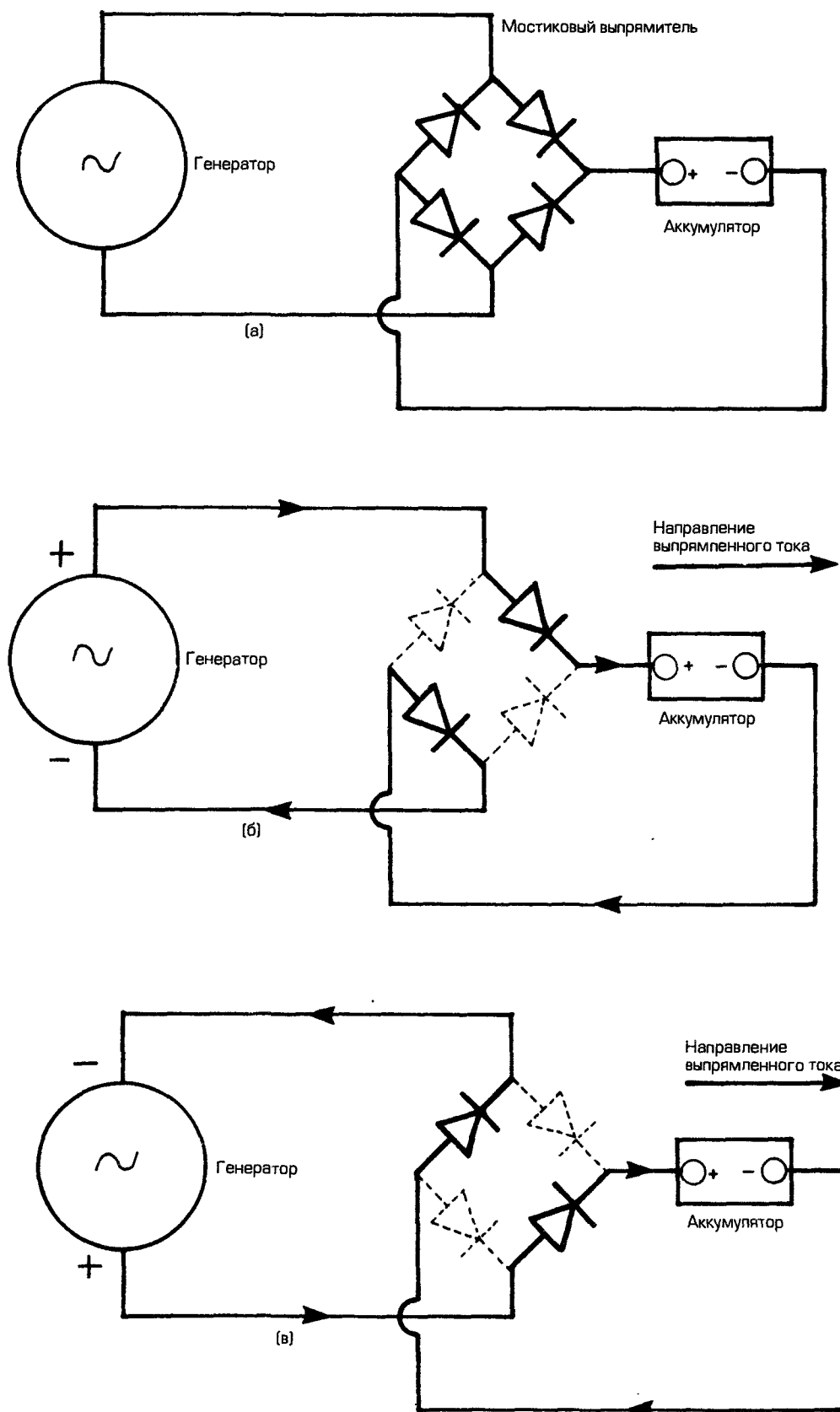


Рис. 3.8. Схеме и работа двухполупериодного выпрямителя

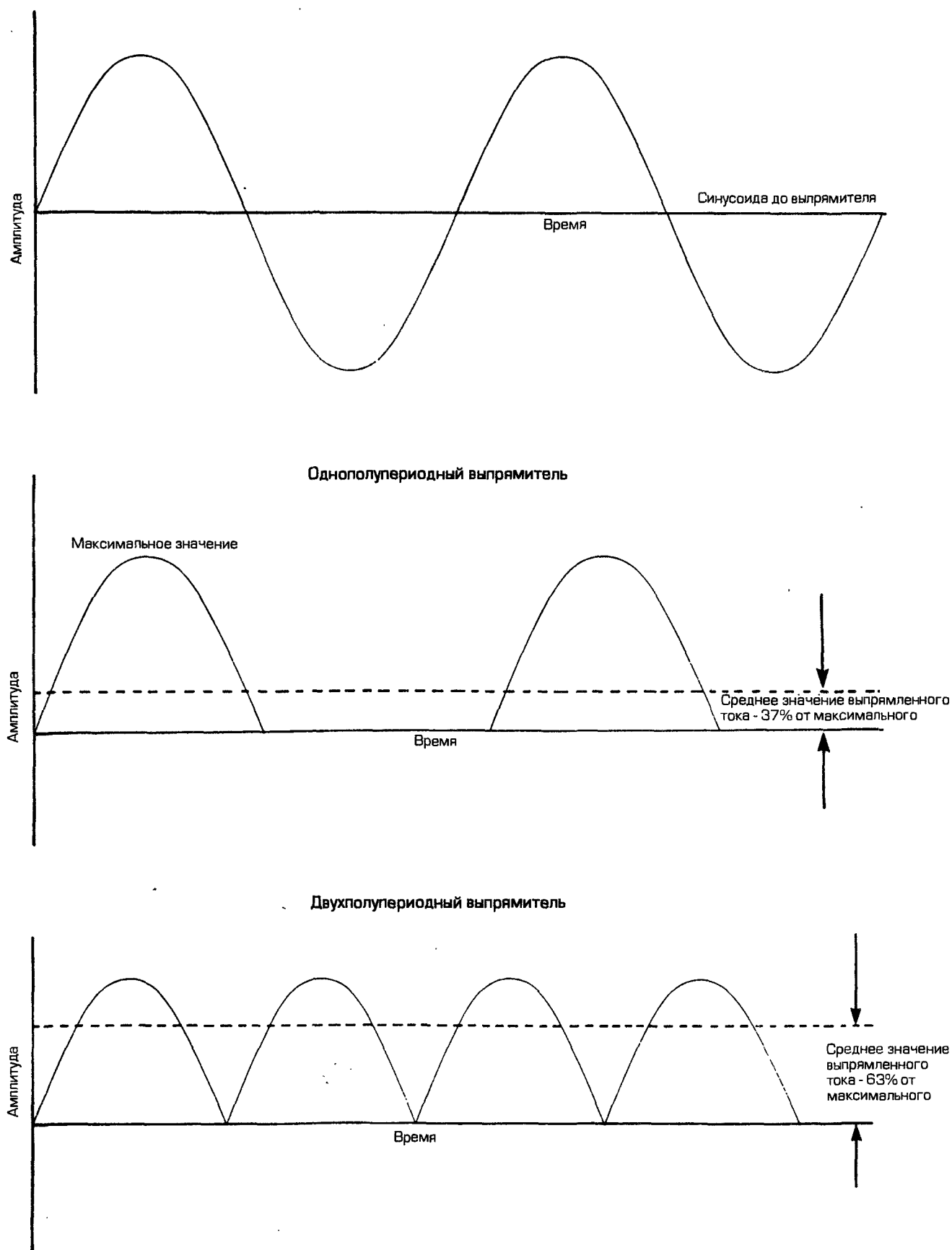


Рис. 3.9. Ток на выходе генератора и выпрямителя

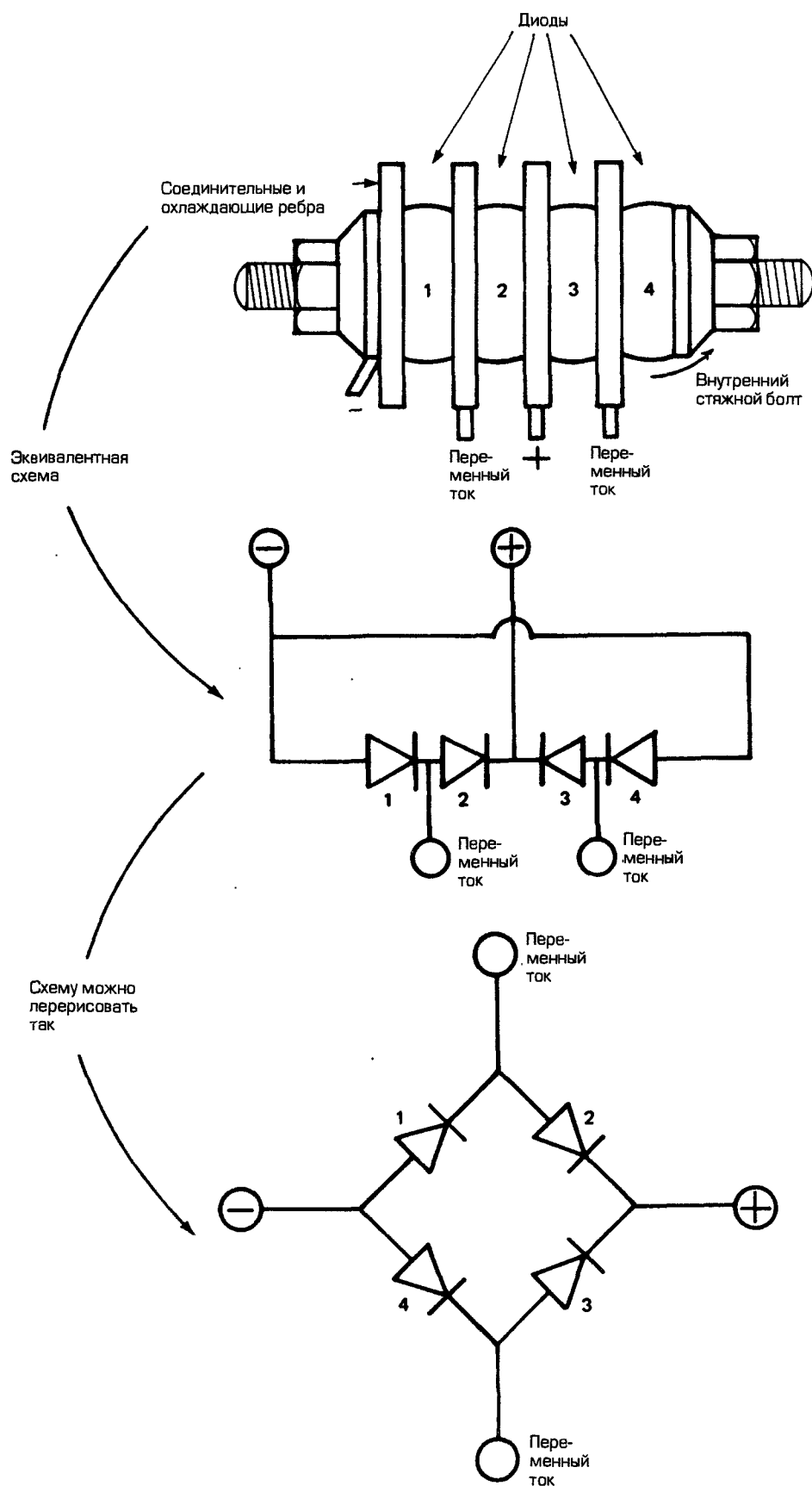


Рис. 3.10. Одна из конструкций двухполупериодного выпрямителя

6 Трехфазный выпрямитель имеет тот же принцип действия, что и двухполупериодный. На рис. 3.11 показано соединение трехфазного генератора с трехфазным выпрямителем. Поскольку генератор имеет три пары полюсов, выпрямленный ток будет состоять из шести полуволн синусоид за один оборот генератора (см. рис. 3.12) и средний ток будет лишь не намного ниже пиковых значений каждой полуволны.

Имейте в виду, что приведенные схемы еще не являются схемами зарядки аккумулятора, поскольку они должны быть дополнены устройствами регулирования выходных параметров генератора.

7 Генератор делится трехфазным, чтобы с максимальной пользой использовать габариты статора, так что практически весь статор занят обмотками. Каждая из обмоток работает как однофазная, т.е. дает на выходе одну синусоиду напряжения.

8 Некоторые французские фирмы выпускают однофазные генераторы для автомобилей, которые не требуют большого потребления тока. Однофазные генераторы дешевле трехфазных и, к тому же требуют установки только однофазного двухполупериодного выпрямителя.

6 Системы возбуждения

1 Возбуждения - это термин, используемый инженерами-электриками, означающий создание магнитного поля. Простой магнит, используемый в этой главе для иллюстрации работы генератора, конечно способен создать ток в обмотках генератора, но постоянный магнит перестает быть постоянным под действием вибраций и нагрева.

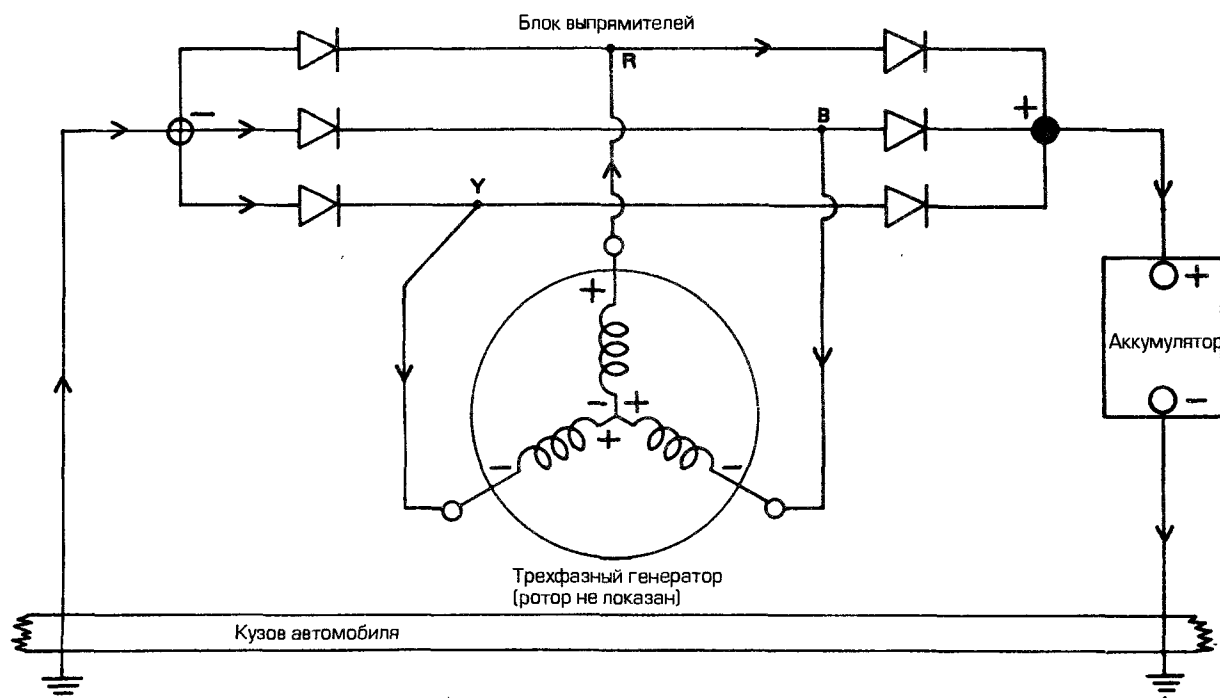


Рис. 3.11. Трехфазный выпрямитель. Показан момент, когда на фазе R напряжение максимально

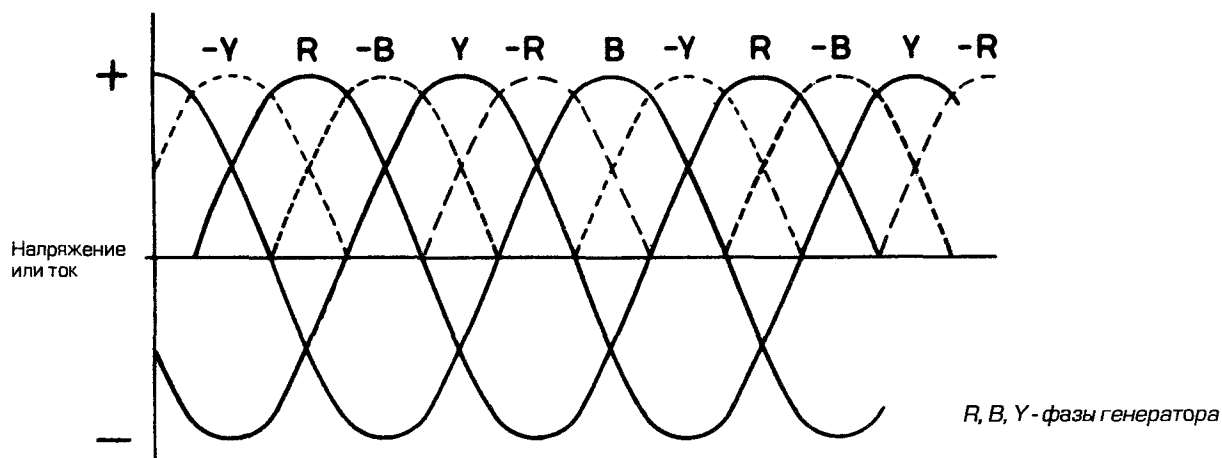


Рис. 3.12. Напряжение или ток на выходе трехфазного выпрямителя

2 Обычно ротор выполняется в виде электромагнита, изготовленного из мягкой стали или железа, на который намотана катушка. Через катушку пропускается постоянный ток, индуцирующий в железном роторе магнитное поле. Непряженность наведенного таким образом магнитного поля зависит от силы тока, пропускаемого через обмотку возбуждения, и этот факт дает еще одно преимущество, поскольку позволяет регулировать э.д.с. в статорных обмотках генератора.

3 Если катушку ротора намотать не на железный сердечник так, как показано на рис. 3.13,а, то получится магнит с одной парой полюсов N (North - северный) и S (South - южный). Из-за большого расстояния между полюсами магнитные силовые линии окажутся сильно рассеянными в пространстве. Теперь протянем полюса магнита навстречу друг другу, так, чтобы между ними остался

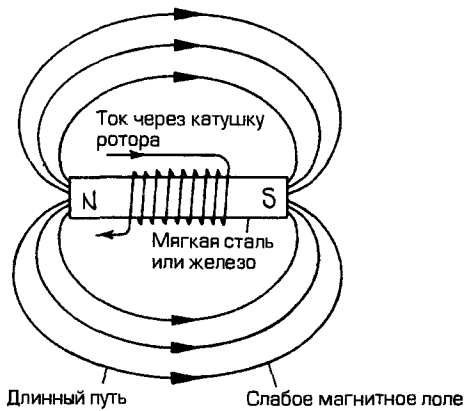


Рис. 3.13,а. Простой электромагнит

лишь небольшой зазор (см. рис. 3.13,б). И, наконец, выполним полюсы магнита в виде набора зубьев, входящих друг в друга, но без соприкосновения (см. рис. 3.14). Мы получим в сумме длинный узкий зазор между полюсами N и S, через который будет происходить "утечка" магнитного поля наружу. При вращении ротора эта "утечка" будет пересекать обмотки статора и неводить в них э.д.с.

4 Для того, чтобы магнитное поле ротора не меняло направления, его катушка должна питаться постоянным током одной полярности. Подвод тока к вращающейся катушке осуществляется через угольные щетки и коллекторные кольца. Для питания обмотки ротора постоянным током применяют два способа: самовозбуждение и возбуждение от внешнего источника (обычно от аккумулятора).

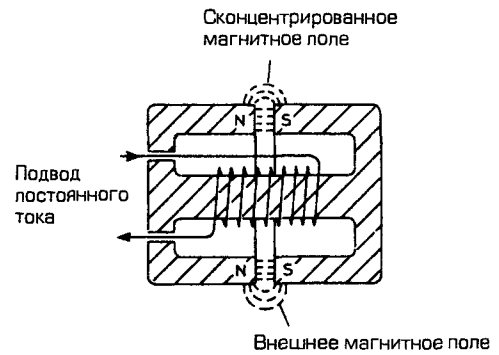


Рис. 3.13,б. Загнем концы электромагнита, чтобы сконцентрировать поле

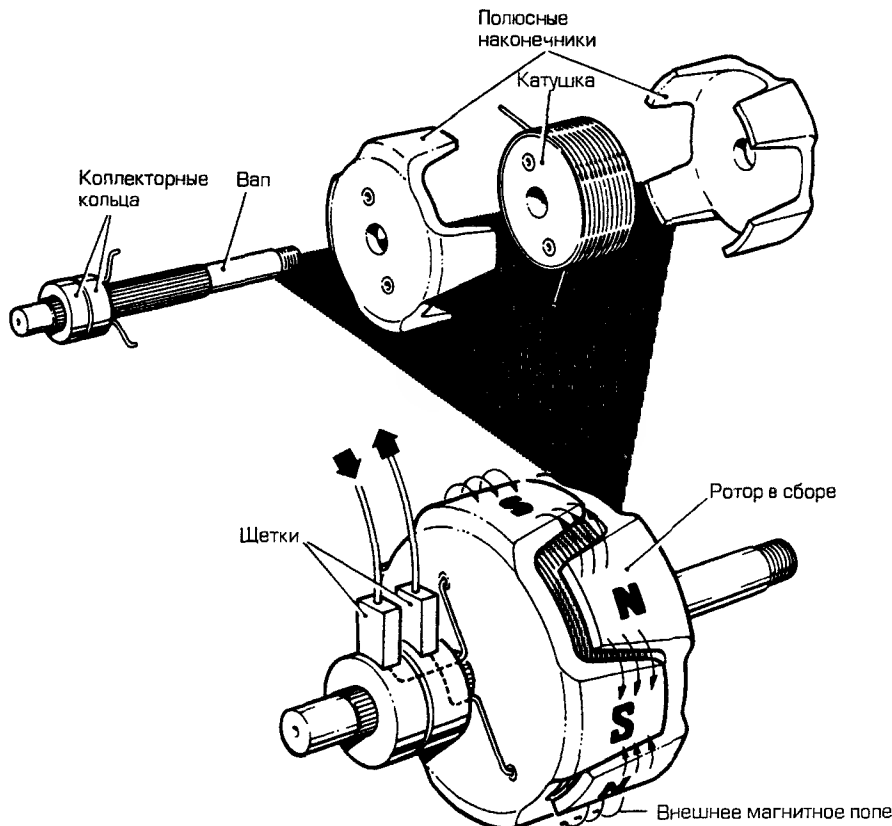


Рис. 3.14. Зубчатый ротор генератора

7 Самовозбуждение

1 Железный сердечник ротора обладает некоторым остаточным магнетизмом, но его обычно недостаточно, чтобы в статорной обмотке начал генерироваться ток. Однако, даже если пропустить через обмотку возбуждения генератора ток сигнальной лампочки разряда аккумулятора мощностью всего лишь 2,2 Вт, то этого окажется достаточно для возбуждения требуемого магнитного поля.

2 Эта лампочка также сигнализирует о том, что на аккумулятор не поступает напряжение подзарядки. Она загорается при включении зажигания и горит до тех пор, пока не начнет вращаться генератор. При этом с обмоток статора через диоды пойдет ток на обмотку возбуждения ротора, разность напряжений между контактами лампочки пропадет и лампочка погаснет. Это произойдет в предположении, что на обмотку возбуждения подается со статора напряжение, примерно равное напряжению аккумулятора.

На рис. 3.15 показана принципиальная схема генератора с самовозбуждением. Она отличается по внешнему виду от схемы с внешним возбуждением наличием в ней девяти диодов.

3 В схемах автомобильного электрооборудования обычно параллельно сигнальной лампочке устанавливают еще и резистор с постоянным сопротивлением, так что ток на обмотку возбуждения при пуске двигателя будет поступать всегда, даже в случае, если лампочка перегорела.

4 При работе генератора весь необходимый ток возбуждения снимается с его статорной обмотки - отсюда и происходит термин "самовозбуждение". Ток аккумулятора используется только для того, чтобы началась генерация.

8 Возбуждение от аккумулятора

1 При этом способе возбуждения ток на обмотку ротора подается с аккумулятора через щетки и коллекторные кольца. Для того, чтобы при остановке генератора аккумулятор не разрядился через обмотку ротора, необходимо принять специальные меры. С этой целью в цепь ротора включается реле отсечки.

2 На рис. 3.16 показана упрощенная схема генератора с возбуждением от аккумулятора. При включении зажигания ток аккумулятора поступает на обмотку реле отсечки, которое притягивает якорь и замыкает контакты (см. рис. 3.17). Контакты реле соединяют аккумулятор с обмоткой ротора, которая возбуждает магнитное поле, необходимое для работы генератора.

3 Контакт AL предназначен для присоединения сигнальной лампочки разряда аккумулятора. Лампочка загорается при включении зажигания и горит до тех пор, пока генератор не начнет заряжать аккумулятор. При использовании системы возбуждения от аккумулятора кроме сигнальной лампочки необходимо еще тепловое управляющее устройство. Пример такого устройства будет описан в следующем параграфе.

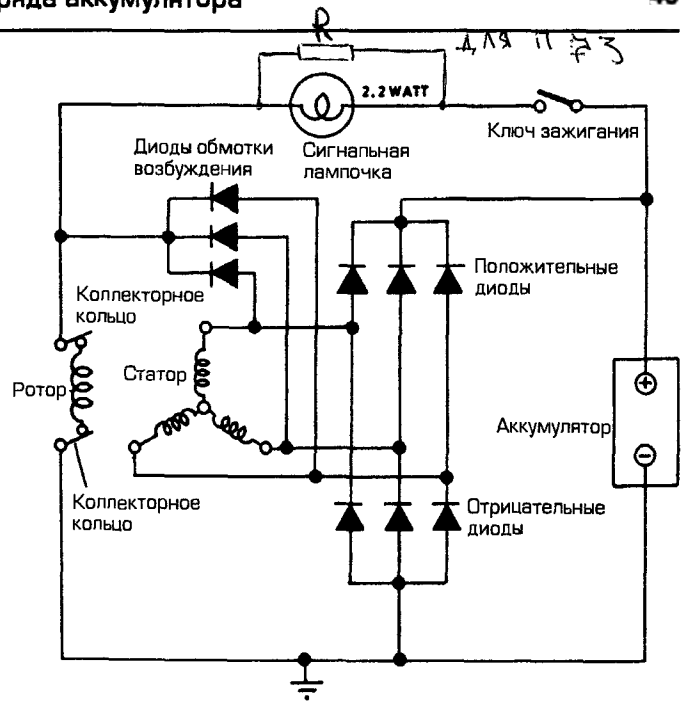


Рис. 3.15. Генератор с самовозбуждением

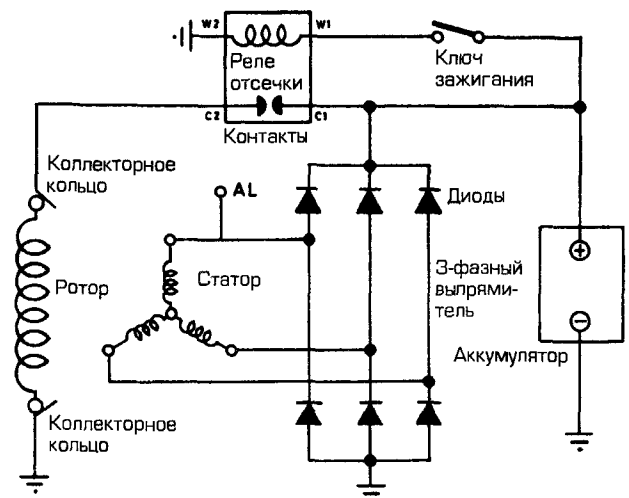


Рис. 3.16. Генератор с возбуждением от аккумулятора

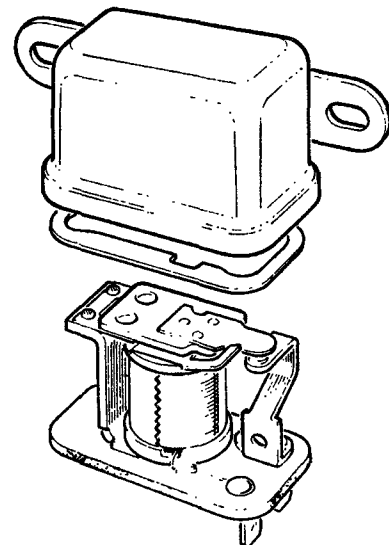


Рис. 3.17. Реле отсечки

9 Управление сигнальной лампочкой

1 Система управления сигнальной лампочкой Lucas имеет три клеммы:

AL - к клемме AL генератора;

E - подключается к массе автомобиля;

WL - соединяется с сигнальной лампой и через ключ зажигания - к аккумулятору.

2 На рис. 3.18 показан тонкий натянутый проводок, один конец которого соединен с клеммой E, подключенной к массе, а другой - через резистор к клемме AL. При неработающем двигателе контакты замкнуты натяжением провода. При включении зажигания сигнальная лампочка загорается. Когда генератор нечаяет работать, ток от клеммы AL нагревает натянутый провод, который от нагрева удлиняется и теряет свое натяжение. Контакты размыкаются и лампочке гаснет.

3 Возбуждение от аккумулятора в настоящее время почти не применяется, однако здесь оно упомянуто в связи с тем, что такие системы еще используются на старых автомобилях.

10 Регуляторы

1 Генератор приводится в действие двигателем и работает в переменном скоростном режиме. При увеличении скорости генератора без нагрузки напряжение на его выходе может достигать 140 В.

Ясно, что генератору нужен какой-то регулирующий орган, который вполне может быть реализован на базе современной электроники.

2 Регулятор напряжения управляет магнитным полем ротора путем включения и выключения тока возбуждения. Таким образом, в обмотках статора поддерживается постоянное напряжение на уровне примерно 14.2 В.

Регуляторы старых моделей автомобилей были релейного типа, в настоящее время они вытесняются полупроводниковыми устройствами. Регулятор релейного типа описан ниже в этой главе.

3 Работу полупроводникового регулятора рассмотрим на примере упрощенной схемы регулятора Bosch EE14V3 (см. рис. 3.19).

Питание обмотки возбуждения генератора осуществляется от усилителя мощности на базе транзисторов T2 и T3. Транзисторные усилители, собранные по такой схеме, дают большой коэффициент усиления по току и находят применение также в системах зажигания. Усилитель мощности управляется транзистором T1.

Когда напряжение на выходе генератора ниже требуемого уровня 14.2 В, стабилитрон ZD находится в не проводящем состоянии и на базу транзистора T1 управляющее напряжение не поступает.

Через резистор R6 на базу транзистора T2 подается большое положительное напряжение, благодаря чему транзистор открыт (т.е. ток течет от эмиттера к коллектору. Если открыт транзистор T2, то открыт также и транзистор T3, поскольку ток эмиттера T2 подается прямо на базу T3. Ток подается на обмотку возбуждения генератора и его выходное напряжение возрастает.

Когда напряжение генератора достигает 14.2 В, напряжение на делителе R1-R2-R3 также возрастает. Когда напряжение в точке соединения резисторов R2, R3 достигает напряжения пробоя стабилитрона ZD, последний переходит в проводящее состояние и

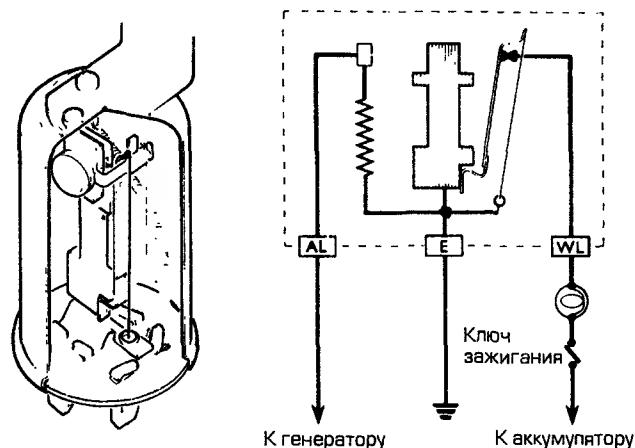


Рис. 3.18. Схема управления сигнальной лампочкой

пропускает напряжение на базу транзистора T1. Падение напряжения на транзисторе резко уменьшается и запирает транзистор T2. Запирается также и транзистор T3, поэтому ток возбуждения на ротор перестает и напряжение на обмотках статора уменьшается.

Падение напряжения генератора продолжается до момента записания стабилитроне ZD, после чего цикл регулирования повторяется. Напряжение генератора таким образом колеблется около уровня 14.2 В.

Детали схемы

4 В момент записания транзистора T3 в обмотке ротора возникает высокое напряжение самоиндукции (см. закон Ленца - глава 1, параграф 23).

Для снижения перенапряжения в обмотке ротора в схему включен диод D3, который шунтирует обмотку ротора, т.е. действует как короткое замыкание, снижая напряжение на обмотке до нуля.

По тем же законам индукции при включении транзистора T3 ток в обмотке ротора будет возрастать не мгновенно, а по экспоненте, как показано на рис. 3.20.

Ток возбуждения будет падать и нарастать таким образом, чтобы на выходе генератора поддерживалось требуемое постоянное напряжение. Заметьте, что при большой скорости вращения генератора средний уровень тока возбуждения уменьшается.

Резистор R1 и конденсатор C образуют фильтр, снижающий пульсации напряжения на входе регулятора.

Диоды D1 и D2 имеют в проводящем состоянии падение напряжения, зависящее от температуры. Они работают как температурные компенсаторы так, что выходное напряжение генератора поддерживается на одном уровне. Вместе с тем, в зимнее время они немного повышают выходное напряжения, чтобы компенсировать повышенные затраты электроэнергии на освещение и обогрев (см. рис. 3.21).

Резистор R7 выполняет роль обратной связи: он передает на вход каскада управления изменения напряжения на коллекторе транзистора T3, что позволяет ускорить включение и выключение выходного каскада усилителя мощности и повысить точность работы устройства.

5 Регуляторы могут выполняться по гибридной технологии, когда обычные резисторы и конденсаторы сочетаются с интегральными микросхемами. Достоинства таких устройств - уменьшение

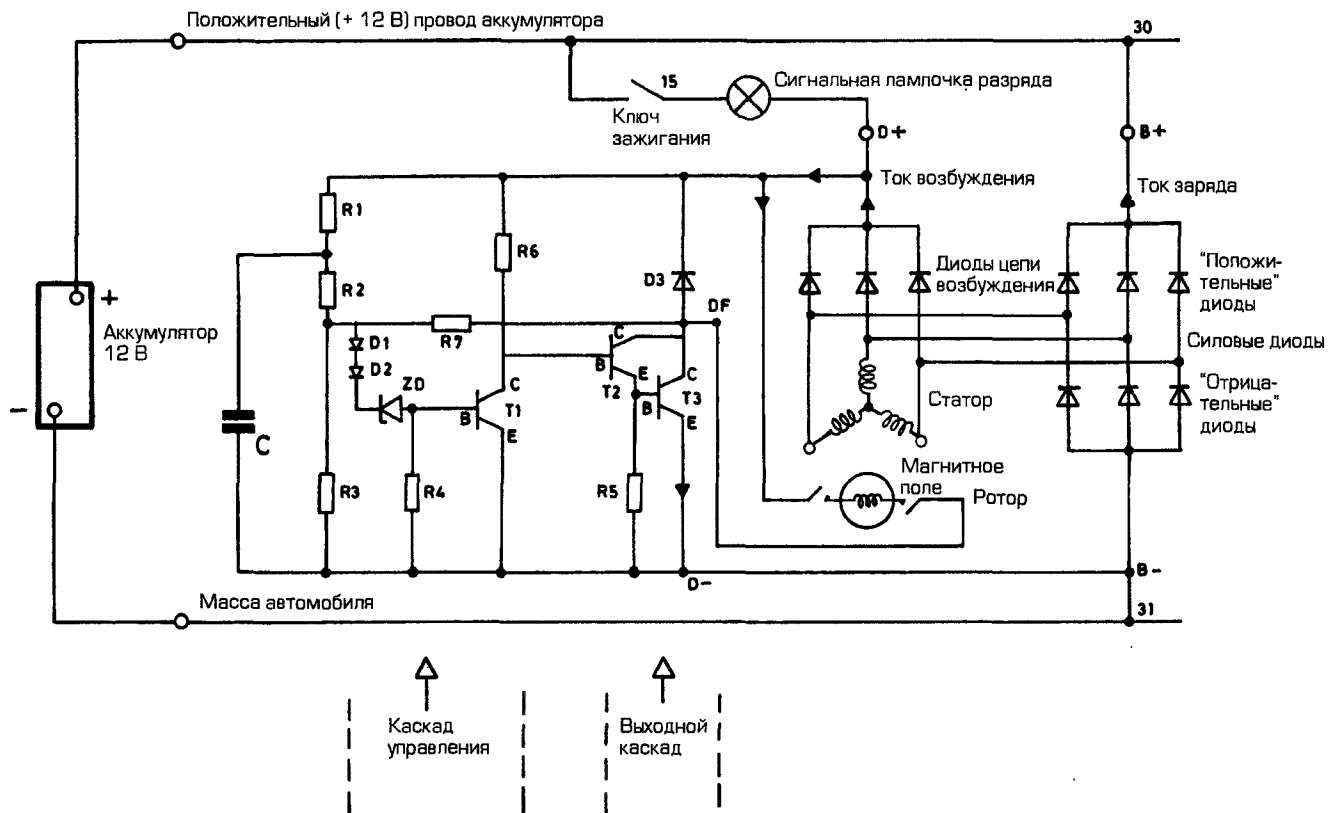


Рис. 3.19. Электронный регулятор напряжения

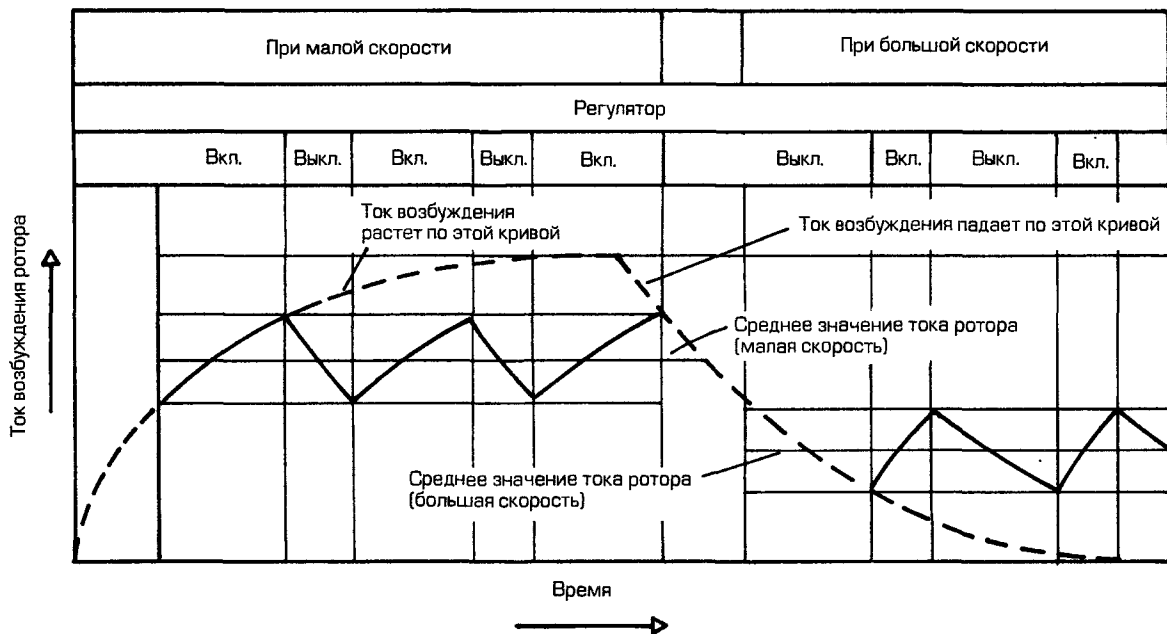


Рис. 3.20. Изменение тока возбуждения

размеров и повышение надежности за счет снижения числа проводов и их соединений (см. рис. 3.22) - обеспечивают им все более широкое распространение. Принципы работы таких устройств остаются прежними.

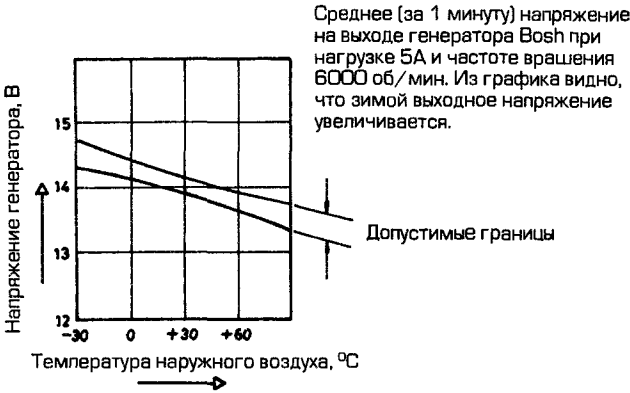
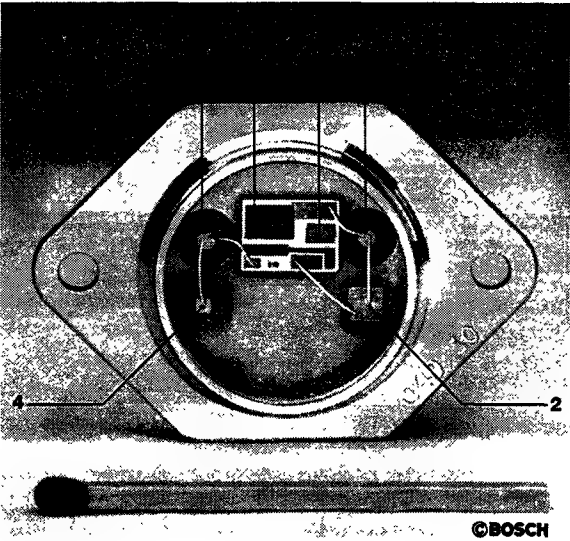


Рис. 3.21. Характеристика регулятора



- 1 Интегральная схема каскада управления
- 2 Усилитель мощности
- 3 Резистор
- 4 Защитный диод
- 5 Соединительные провода

Рис. 3.22. Регулятор, выполненный по гибридной технологии

11 Контактный регулятор (реле-регулятор)

1 Несмотря на то, что в последнее время для регулирования напряжения генераторов все шире используются бесконтактные электронные регуляторы, все еще большое число регуляторов контактного типа (реле-регуляторов) находится в эксплуатации на автомобилях старых моделей. Регуляторы этого типа делятся на два вида: одноконтактные и двухконтактные.

2 В регуляторах первого вида обмотка ротора подключена к выходу генератора через одну пару контактов реле. При разомкнутых контактах реле ток на обмотку возбуждения проходит через резистор и ток возбуждения уменьшается, отчего понижается и выходное напряжение генератора. При достижении нижнего порога напряжения реле выключается, контакты замыкаются и шунтируют резистор (см. рис. 3.23).

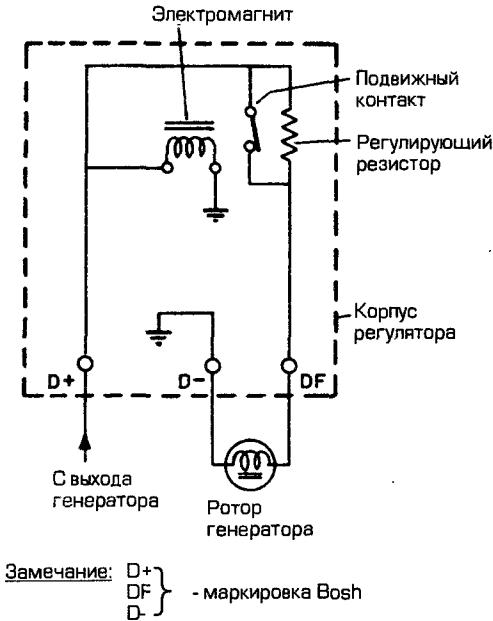


Рис. 3.23. Регулятор напряжения с одним контактом

3 Независимо от используемого метода регулирования, существенным фактором является самоиндукция роторной обмотки. Индукция - это свойство обмотки, состоящее в том, что ток в ней не может измениться мгновенно, а скорость его уменьшения или возрастания определяется параметрами электрической цепи. Катушка с железным сердечником обладает во много раз большей индуктивностью, чем катушка без сердечника. Чем больше индуктивность, тем ниже скорость изменения тока в катушке.

4 На рис. 3.24 изображена электрическая цепь, состоящая из катушки с железным сердечником и пары контактов, которые размыкаются при достижении током верхнего предела i_1 , или замыкаются при достижении нижнего предела i_2 . Заметьте, что

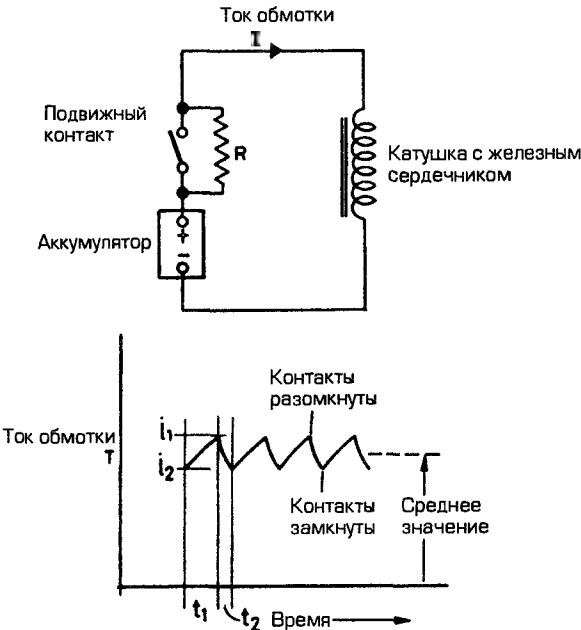


Рис. 3.24. Управление током обмотки с помощью подвижного контакта

при размыкании контактов ток уменьшается в связи с тем, что последовательно с катушкой включен резистор R . Существенной характеристикой цепи является время нарастания t_1 и время уменьшения t_2 тока. Если контакты переключать с высокой частотой, то ток будет колебаться в узком диапазоне около среднего значения.

5 Регулятор с двумя парами контактов имеет ряд преимуществ по сравнению с одноконтактным вариантом. Для улучшения характеристик регулятора резистор, установленный параллельно его контактам, должен иметь небольшое сопротивление, чтобы ток, прерываемый контактами был не слишком велик - это повысило бы надежность контактов. Однако, при высокой скорости вращения ротора сопротивление резистора должно быть достаточно большим, чтобы ток в обмотке ротора быстро уменьшался. Для устранения этого противоречия в схему регулятора введена еще одна пара контактов, которая при достижении верхнего предела напряжения генератора замыкает обмотку ротора на массу.

6 Преимущество двухконтактного регулирования состоит в том, что выходное напряжение генератора быстро падает, а сопротивление резистора можно сделать небольшим. Прямым следствием этого является возможность пропустить через контакты большой ток, что является положительным качеством конструкции генератора.

7 На рис. 3.25 показана схема двухконтактного регулятора напряжения. При малых скоростях регулятор работает так же, как и одноконтактный. При высоких скоростях средний контакт реле начинает притягиваться к заземленному неподвижному контакту, закорачивая обмотку ротора и тем самым резко снижая ток возбуждения и напряжение генератора. После снижения напряжения до заданного уровня пружина снова замыкает подвижный контакт с контактом D, т.е. с выходом генератора и напряжение снова начинает расти.

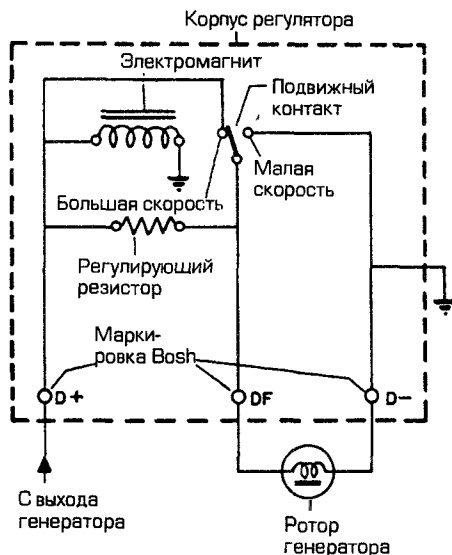


Рис. 3.25. Схема регулятора напряжения с двумя контактами

В При разъединении контактов в обмотке ротора генерируется напряжение самоиндукции. В случае одноконтактного регулятора для пропуска этого тока можно параллельно ротору включить диод. В случае двухконтактного регулятора для этой же цели можно использовать резистор.

12 Температурная компенсация

1 Катушка реле-регулятора напряжения намотана медным проводом. Медь имеет довольно высокий положительный температурный коэффициент сопротивления (сопротивление медного провода возрастает примерно на 0,4% при повышении температуры на 1°C). Таким образом, с повышением температуры для срабатывания контактов потребуется приложить к катушке большее напряжение, т.е. напряжение на выходе генератора будет расти и аккумулятор может перезарядиться.

2 Для устранения этой неприятности известны два метода (см. рис. 3.26).

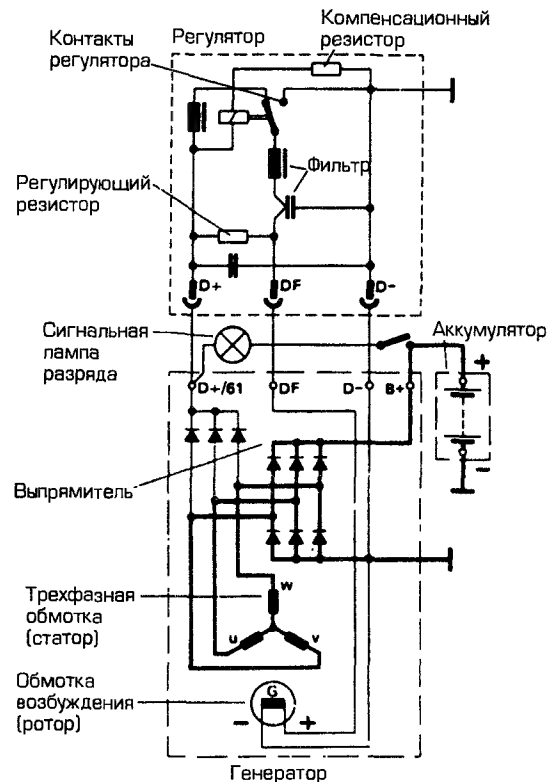


Рис. 3.26. Двухконтактный регулятор напряжения с температурной компенсацией

- Последовательно с обмоткой катушки реле включается балластный резистор, выполненный из материала с нулевым температурным коэффициентом, сопротивление которого значительно больше сопротивления катушки. Таким образом, изменение сопротивления катушки составит лишь незначительную долю общего сопротивления цепи и не будет сильно сказываться на качестве регулирования.
- Пластиночная пружина, возвращающая подвижный контакт регулятора в исходное положение, изготовлена из биметалла. При нагревании биметаллическая пружина изгибается и уменьшает свое пружинящее действие, тем самым компенсируя уменьшение тока в катушке реле из-за увеличения ее сопротивления.

13 Управляющая напряжения регулятора

1 Генератор и регулятор напряжения обычно расположены на некотором расстоянии от аккумулятора. В связи с тем, что автомобильное электрооборудование потребляет довольно большой ток, напряжение на аккумуляторе может отличаться от напряжения генератора из-за падения напряжения в проводах.

2 Напряжение аккумулятора можно подать на вход регулятора (контакт В+) непосредственно с клеммы аккумулятора отдельным проводом (см. рис. 3.27). Смысл такого соединения в том, чтобы исключить падение напряжения на проводах. Этот способ регулирования носит название "регулирование по напряжению аккумулятора".

3 Другой способ управления регулятором состоит в том, что контакт В+ регулятора имеет внутреннее соединение с положительной выходной клеммой генератора. Это тот самый провод, который подходит к стабилитрону, управляющему работой регулятора. Этот тип управления можно назвать "саморегулированием". Большинство современных генераторов имеют именно такой тип управления.

Таким образом, при саморегулировании генератор всегда выдает всегда одно и то же расчетное напряжение, не зависящее от нагрузки на аккумулятор. Реализация регулятора этого типа показана на рис. 3.28 (регулятор Lucas ACR).

Обратная связь через элементы R_5 , R_3 , C_1 и C_2 обеспечивают быстрое переключение усилителя мощности на транзисторе Т3 из полностью включенного в полностью выключенное состояние, поскольку промежуточные состояния транзистора могут вызвать его перегрев.

4 На рис. 3.28 и 3.30 показан диод защиты от перенапряжения, который ограничивает напряжение на выходе генератора в случае обрыва провода, соединяющего генератор с аккумулятором при работающем двигателе.

Обычно при исправной цепи заряда аккумулятора сглаживает все пиковые броски напряжения, которые возникают, в основном, из-за работы системы зажигания. Если по какой-то причине аккумулятор оказывается отсоединенным от генератора, то пиковые броски напряжения могут повредить транзисторы регулятора. Защитный диод в этом случае предотвращает неисправность. При отсутствии этого диода пики напряжения способствовали бы также повышению напряжения на выходе генератора.

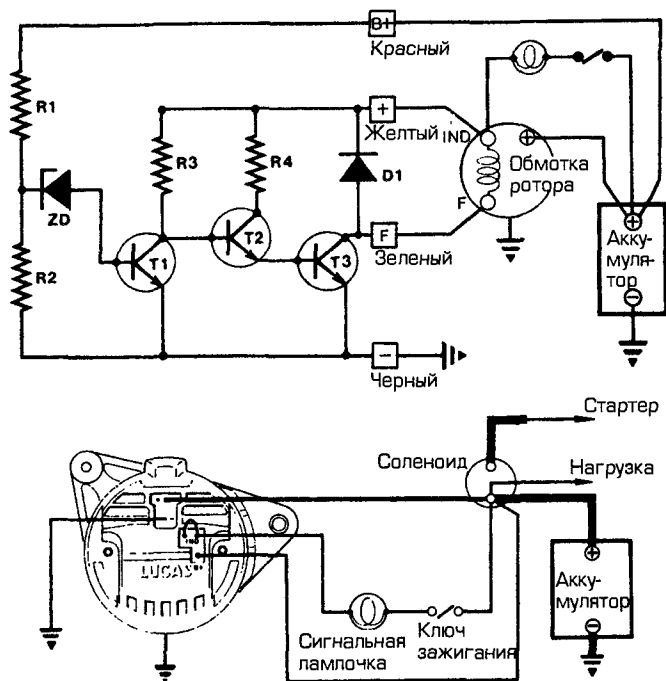


Рис. 3.27. Регулирование по напряжению аккумулятора (системе Lucas)

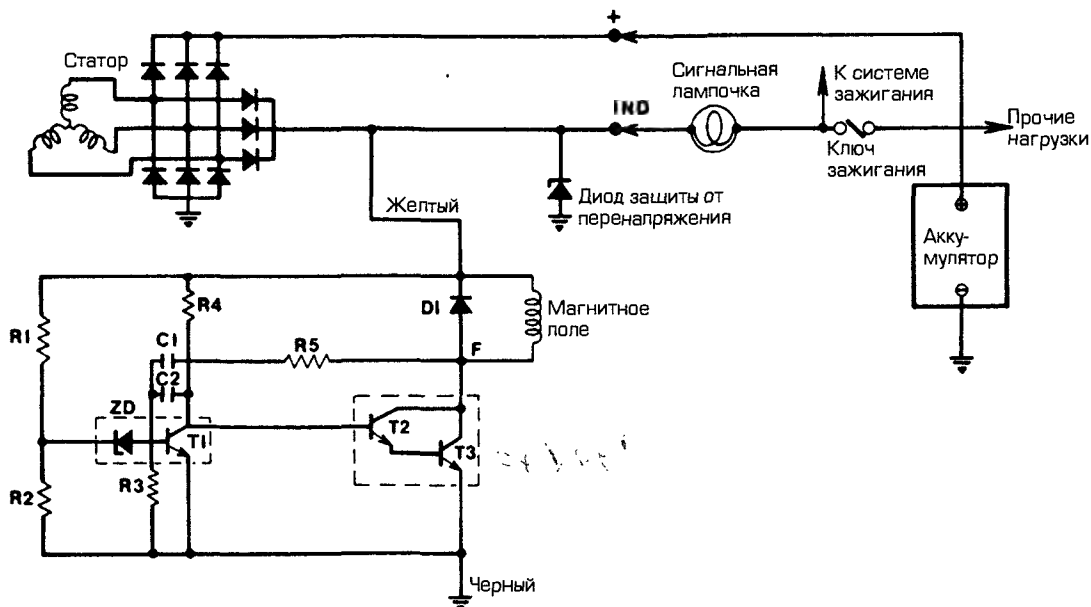


Рис. 3.28. Генератор Lucas ACR с регулятором 14TR

14 Внешние соединения

1 Соединения могут отличаться в зависимости от конструкции генератора. На рис. 3.29,а-г показаны схемы внешних соединений генератора Lucas:

- Внешние соединения генератора ARC с регулированием по напряжению аккумулятора
- Внешние соединения генератора ARC при саморегулировании

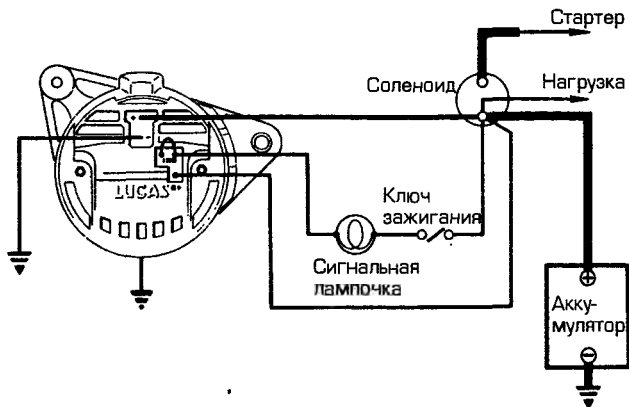


Рис. 3.29,а. Внешние соединения генератора ARC с регулированием по напряжению аккумулятора

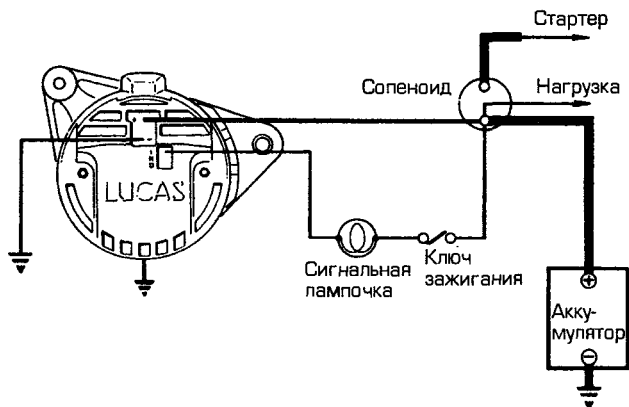


Рис. 3.29,б. Внешние соединения генератора ARC при саморегулировании

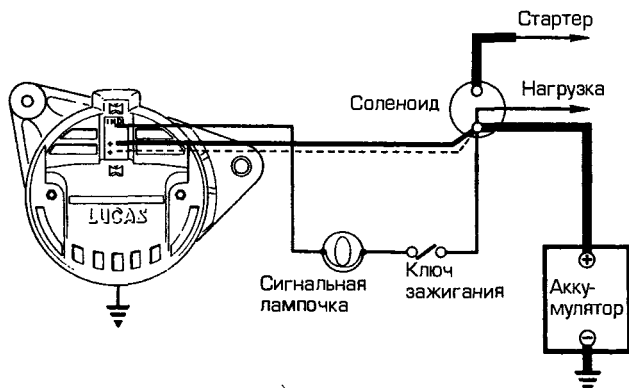


Рис. 3.29,в. Внешние соединения генераторов ARC и Европейского варианта A115/133 при саморегулировании

- Внешние соединения генераторов ARC и Европейского варианта A115/133 при саморегулировании

г) Клеммы генератора A 127

На рис. 3.29,в и 3.29,г показаны конструкции клеммных плат генератора с двумя плоскими контактными пластинами выходной клеммы (+). Обычно это делается для того, чтобы уменьшить контактное сопротивление электрического резъема провод с генератором, но в некоторых случаях, обычно если генератор рассчитан на выходной ток более 35 А, - для двухпроводного соединения генератора с аккумулятором.

Все генераторы Lucas A 127 оснащены регуляторами с саморегулированием и имеют две выходных клеммы для внешних соединений - с двумя плоскими контактами для разъема и в виде обычной шпильки с креплением провод под гайку.

На клеммной плате генератора может также располагаться фазовый выход, помеченный буквой W, с которого можно снять напряжение от 7 до 8 вольт для питания тахометра или управления воздушной заслонкой.

2 В генераторах Bosh клеммы обычно выполнены в виде шпилек, но иногда - в виде розеток или вилок с плоскими штырями. Они

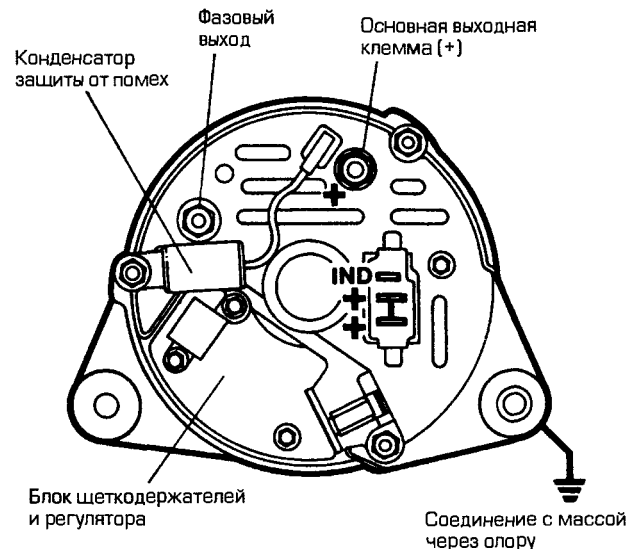
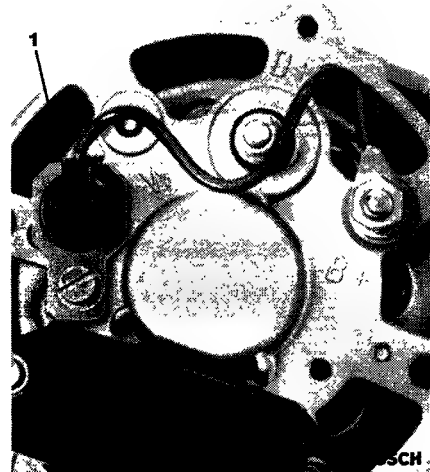


Рис. 3.29,г. Типичные выходные клеммы генератора (A 127)



1 Ограничительный диод

Рис. 3.30. Маркировка выводов генератора Bosh

имеют маркировку В+, D+, DF и D-, выштампованную на клеммной плате (см. рис. 3.30).

На плате расположен ограничительный диод (в терминологии Bosh - диод отсечки).

15 Устройство генераторов

1 Устройство генераторов может отличаться в деталях. Типичные конструкции современных генераторов переменного тока Bosh и Lucas показаны на рис. 3.31, 3.32 и 3.33.

Размерный ряд генераторов ARC Lucas хорошо отработан в процессе производства и выпускается под индексом А. Последняя модель генератора А127 имеет малый вес и почти не требует обслуживания.

Для получения большого тока статорные обмотки генератора соединены в треугольник. Щеткодержатель и регулятор генератора смонтированы в виде общего блока, смонтированного в коллекторной части корпуса (см. рис. 3.33), что позволяет обеспечить легкий доступ к наиболее важным элементам генератора без полной его разборки.

Ограничитель пульсаций напряжения встроен в электронный регулятор.

16 Выходная характеристика

1 Генераторы выпускаются в диапазоне выходного тока от 28 А (Lucas 15ACR) до 65 А (Lucas 24ACR).

Серия А покрывает диапазон от 28 А до 75 А, а последняя серия А127 обеспечивает ток нагрузки от 35 А до 70 А. Генератор начинает выдавать положительный зарядный ток, начиная с 1000 об/мин. В дальнейшем ток возрастает, как показано на рис. 3.34.

Генераторы Bosh имеют фирменную табличку с идентификационным кодом, который вместе с десятизначным номером позволяет прочесть сведения о размерах, рабочем напряжении, максимальном значении тока, диапазоне частот вращения и другую информацию (см. рис. 3.35).

17 Тепловой режим

1 Генератор работает в тяжелых условиях и перегрев представляет для него серьезную опасность. Кроме того, что генератор расположен близко к двигателю и выхлопному коллектору, в нем еще генерируется и собственное тепловыделение.

Обычно генераторы рассчитаны на работу при температуре окружающей среды от 70 до 80°C, поэтому для работы в условиях моторного отделения автомобиля они оборудуются вентилятором.

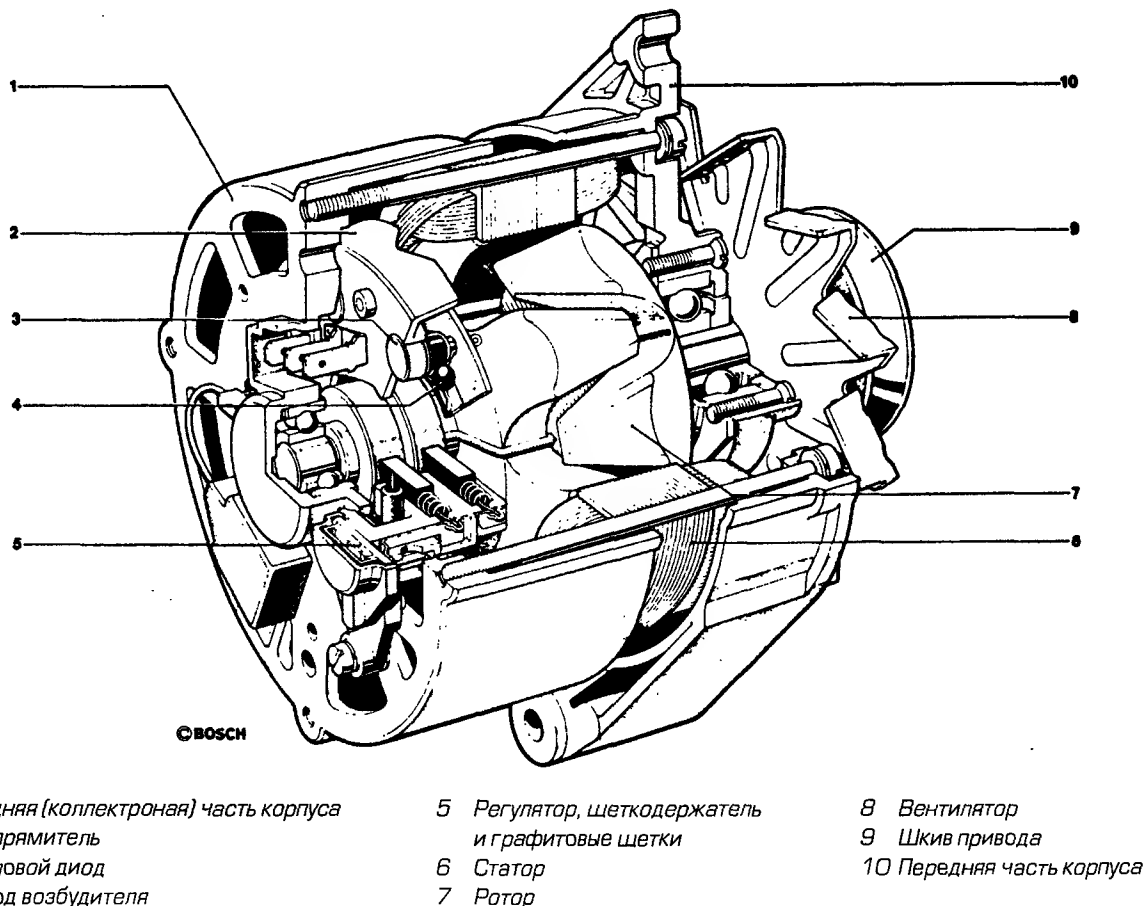


Рис. 3.31. Устройство генератора Bosh

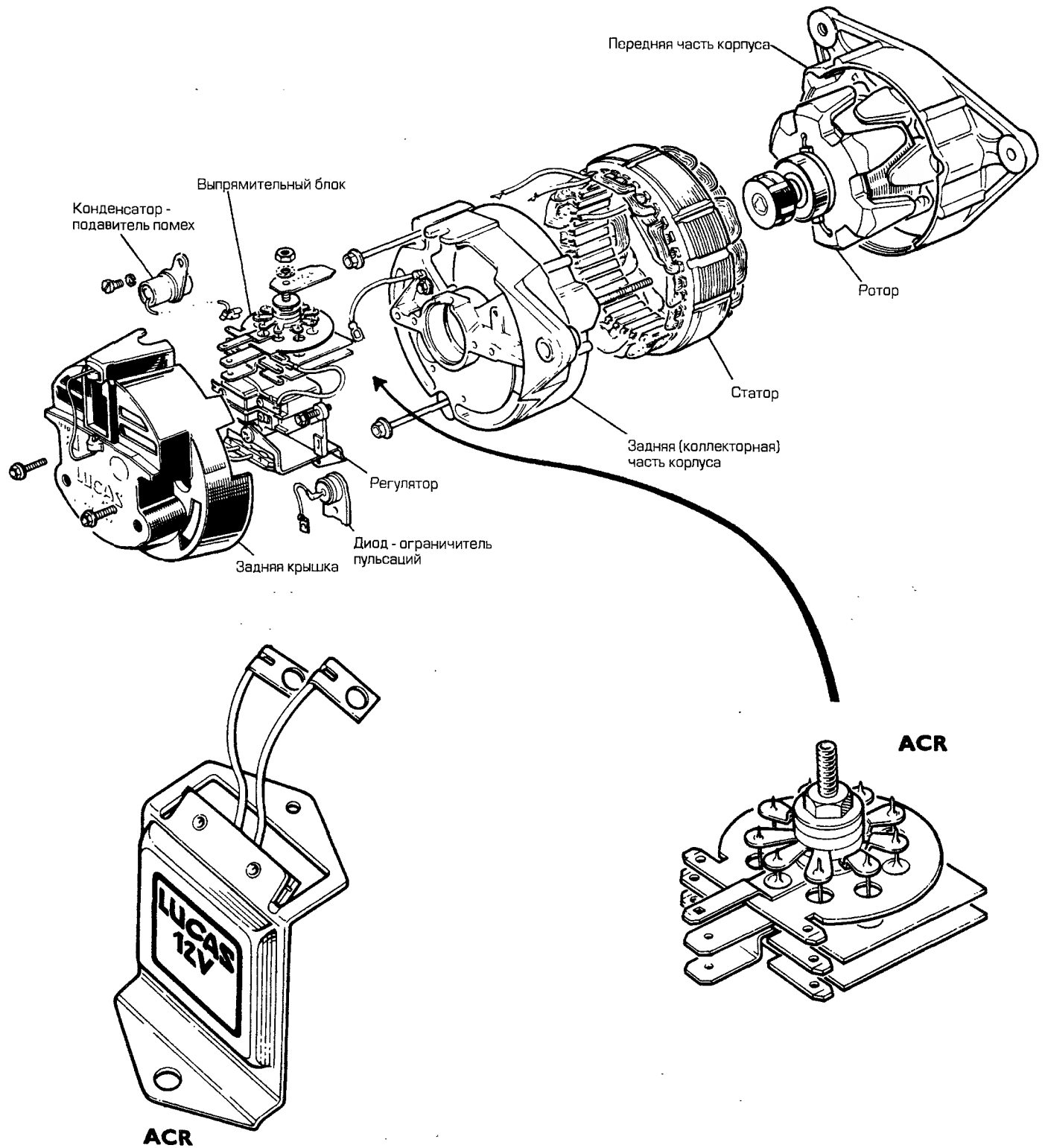


Рис. 3.32. Генератор Lucas ACR

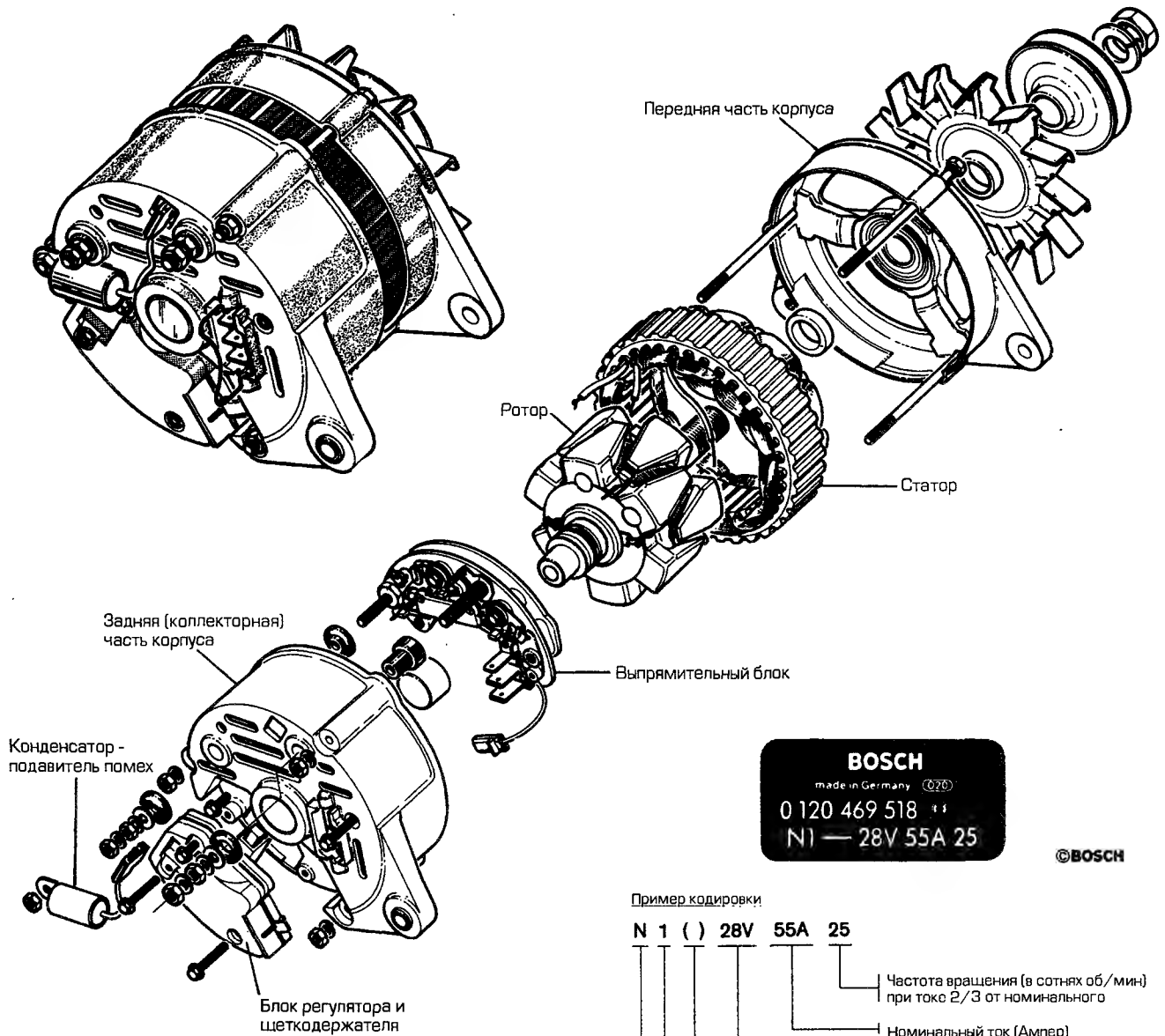


Рис. 3.33. Генератор Lucas A127

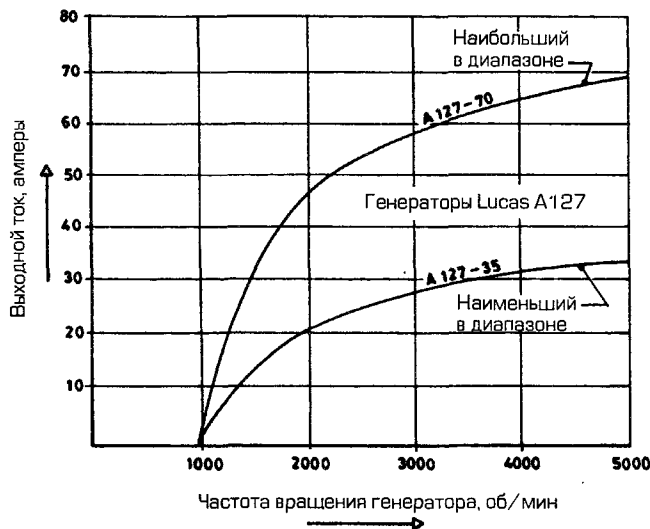


Рис. 3.34. Выходная характеристика генератора Lucas A127

Пример кодировки

N 1 () 28V 55A 25

- Частота вращения (в сотнях об/мин) при токе 2/3 от номинального
- Номинальный ток (Ампер)
- Номинальное напряжение (Вольт)
- Направление вращения (если смотреть со стороны приводного шкива):
(→) или R - вращение по часовой стрелке
(←) или L - вращение против часовой стрелки
(—) или RL - произвольное направление вращения
- 1 Ротор с зубцами
2 Ротор с выступами
3 Ротор без обмоток
- Наружный диаметр статора
G: 100 ... 109 мм
K: 120 ... 129 мм
N: 130 ... 139 мм
T: 170 ... 199 мм
U: свыше 200 мм

* Номинальное напряжение (14 или 28 В) - это среднее значение допустимого диапазона напряжений генератора. Напряжение поддерживается регулятором на постоянном уровне независимо от скорости вращения и нагрузки, но с учетом температуры окружающего воздуха. Номинальное напряжение генератора не следует путать с минимальным напряжением аккумулятора (12 и 24 В) под нагрузкой.

Рис. 3.35. Кодировка генераторов Bosh

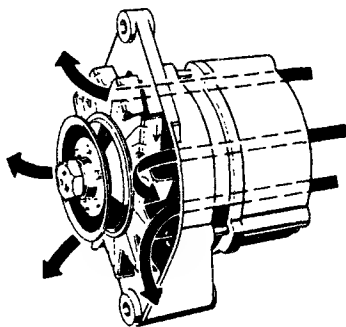
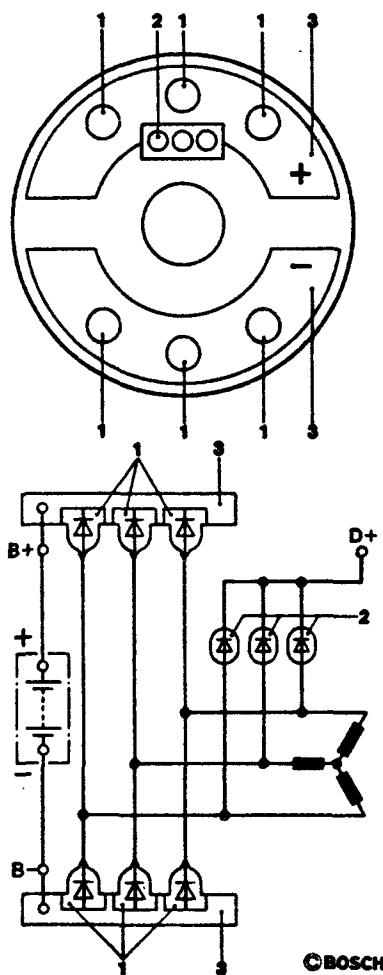


Рис. 3.36. Вентилятор генератора

Вентилятор продувает воздух через корпус генератора за счет центробежного эффекта (см. рис. 3.36).

2 Особенно чувствительны к высокой температуре полупроводниковые диоды. Для отвода выделяющегося в них тепла они монтируются на металлических платах. Монтажные платы диодов для лучшего теплоотвода обычно имеют большую площадь и выполнены из теплопроводного материала, чаще всего из алюминия.



- 1 Силовые диоды
2 Диоды цепи возбуждения
3 Монтажные пластины диодов

Рис. 3.37. Размещение силовых диодов выпрямителя на двух пластинах

Выпрямитель генератора собран по трехфазной мостовой схеме из шести диодов. Диоды смонтированы на двух держателях. Для упрощения конструкции и улучшения теплоотвода три диода имеют на корпусе "плюс" выпрямленного тока, а другие три - имеют на корпусе "минус" (см. рис. 3.37).

Диоды цепи возбуждения работают при меньших токах и поэтому не требуют такого хорошего теплоотвода, как силовые диоды.

18 Проблемы

1 При эксплуатации генераторов могут возникать следующие основные проблемы.

Перегорела сигнальная лампочка. Генератор не может начать заряд.

Щетки коллектора. Могут залипнуть в щеткодержателе из-за наличия грязи или графитовой пыли. Щетки могут износиться. Кольца коллектора могут загрязниться или замаслиться.

Пробой диодов. Может произойти при плохом контакте зарядных проводов с клеммами аккумулятора из-за их коррозии или ослабления контакта. Даже мгновенное нарушение контакта может привести к пробое диодов.

Если во время работы двигателя внезапно отключить аккумулятор или генератор, то скорее всего диоды выйдут из строя.

Запуск двигателя от постороннего источника при неправильном подключении тоже скорее всего приведет к выходу из строя диодов.

К пробое диодов может привести электродуговая варка, выполняемая на автомобиле при не отключенном генераторе.

Выход из строя подшипников. Обычно происходит при тугом натяжении приводного ремня или при попадании в подшипники абразива.

Приводной ремень. Проверьте, не проскальзывает ли ремень под нагрузкой - обычно в этом случае он начинает скрипеть. Скрип может возникать и в случае, если ремень изношен и касается ручья шкива не по боковым поверхностям, а по дну впадины.

2 Знание основных проблем позволит логично выполнять проверку системы заряда.

Все вышесказанное относится к любым исполнениям генераторов. Однако, поскольку в эксплуатации находятся и более старые зарядные системы, ниже приводятся некоторые замечания по поводу генераторов с возбуждением от аккумулятора.

19 Проверка генератора

1 Генератор не требует частого обслуживания, но очевидно, что периодическая проверка высоты щеток и чистоты колец коллектора необходима. При работе системы чаще всего встречаются следующие неисправности:

- неисправен аккумулятор;
- обрыв проводов или плохой контакт на клеммах или в разъемах электропроводки;
- ослабление натяжения приводного ремня генератора;
- неисправность обмоток или выпрямительного блока генератора;

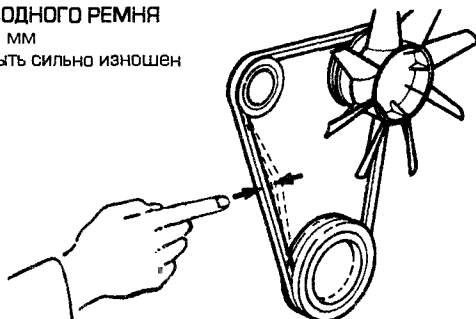
- д) неисправность регулятора;
- е) неисправность вспомогательных систем, таких как реле тока возбуждения, лампочка сигнализации разряда аккумулятора, система управления сигнализацией.

2 Прежде, чем приступить к детальной проверке системы в случае ее неисправности, рекомендуется сначала проверить исправность и натяжение приводного ремня (см. рис. 3.38), наличие следов коррозии на клеммах аккумулятора, обратить внимание на необычное газовыделение одной из ячеек аккумулятора и т.д. Если такой осмотр ничего не дал, тогда следует приступить к выполнению следующей логической процедуры.

НАТЯЖЕНИЕ ПРИВОДНОГО РЕМНЯ

должно составлять 6 мм

Ремень не должен быть сильно изношен



Надавить пальцем с умеренным усилием

Рис. 3.38. Ремень должен быть правильно натянут

3 Для проверки потребуется, как минимум, следующее оборудование:

- а) вольтметр постоянного тока магнитоэлектрической системы с диапазоном измерения 0 - 20В (или 0 - 40В, если бортовая сеть имеет напряжение 24В);
- б) амперметр постоянного тока магнитоэлектрической системы с диапазоном измерения 10 - 0 - 100А;
- в) ареометр;
- г) омметр для малых и больших значений сопротивления;
- д) разрядник для быстрого разряда аккумулятора (желательно).

4 При работающем двигателе держите руки и одежду подальше от вращающихся частей.

Помните, что вентилятор системы охлаждения включается автоматически от температурного датчика даже при выключенном зажигании, поэтому лучше отключите вентилятор.

Перед отсоединением или присоединением какого-либо провода системы электрооборудования автомобиля всегда выключайте зажигание.

При отключении и подключении главных проводов генератора отсоединяйте от "массы" отрицательную клемму аккумулятора.

5 На рис. 3.39 показаны панели контактов генераторов с евро-разъемами и со шпильками.

Процедура проверки

Схемы проверки приведены с разрешения компании Lucas Automotive Ltd.

Состояние аккумулятора. Проверьте степень заряженности аккумулятора включением передних фар при не работающем двигателе.

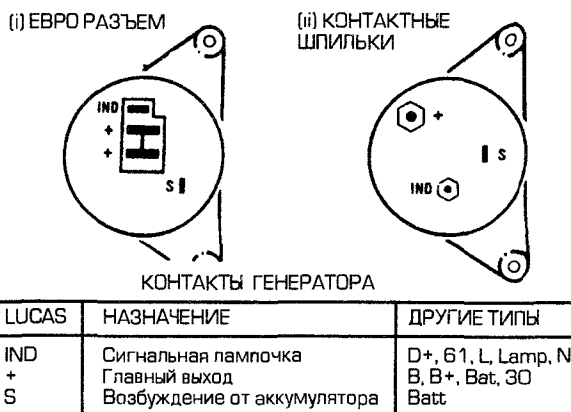


Рис. 3.39. Контакты генераторов

Вольтметр должен показывать 12В или больше. Если показание вольтметра ниже указанного, зарядите аккумулятор.

Проверка проводов. Проверьте провода, подсоединенные к генератору. Отсоедините разъем или снимите провода со шпилек. Убедитесь, что при включенном зажигании напряжение аккумулятора присутствует на всех трех концах проводов (при НЕ работающем двигателе) - см. рис. 3.40.

Если на проводе IND напряжение отсутствует, возможно, что перегорела сигнальная лампочка.

ПРОВЕРКА ОТСУТСТВИЯ РАЗРЫВОВ В ПРОВОДАХ

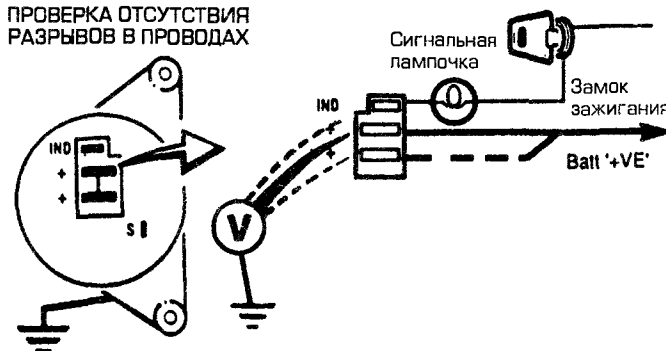


Рис. 3.40. Проверка проводов

Выходные параметры генератора. Для самой простой проверки - происходит ли заряд аккумулятора - подсоедините вольтметр постоянного тока с диапазоном измерения 0 - 20В к клеммам аккумулятора. Включите на 3 - 5 минут все потребители электроэнергии - освещение, обогрев заднего окна и т.д. (только НЕ ВКЛЮЧАЙТЕ стеклоочистители - сухие стекла можно поцарапать!).

Разгоните двигатель до средних оборотов (скажем, до 3000 об/мин). Выключите все потребители и двигатель.

После нескольких минут работы двигателя напряжение на аккумуляторе должно достичь 13.5В. Если указанное напряжение не достигается, а аккумулятор при этом в порядке, значит не в порядке генератор.

Другой вариант проверки - измерить максимальный ток генератора. Сначала отключите аккумулятор, затем хорошо соедините проводом выход (+) генератора с входом амперметра. Имейте в виду, что плохое соединение может привести к пробую силовых диодов выпрямителя. Соедините также контакт IND генератора с контактом сигнальной лампочки на разъеме (см. рис. 3.41).

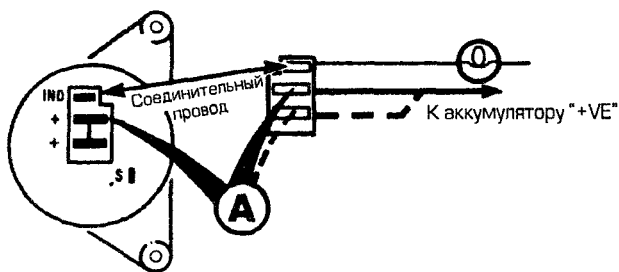


Рис. 3.41. Проверка под нагрузкой

Снова подключите аккумулятор, включите потребители электроэнергии и разгоните двигатель примерно до 3000 об/мин. Амперметр должен показать значение тока, близкое к тому, что указано в Технических данных конкретного генератора.

После окончания проверки восстановите соединения, не забыв сначала отключить аккумулятор.

Если показания амперметра заметно меньше паспортных данных генератора, значит генератор неисправен.

Падение напряжения в цепи. Обычно проблемы с падением напряжения возникают из-за плохих контактов.

Подключите один провод вольтметра (отрицательный) к положительной клемме аккумулятора, а второй - к положительному выводу генератора и разгоните двигатель до скорости, при которой идет заряд. Включите все потребители электроэнергии (кроме стеклоочистителей). Падение напряжения не должно превосходить 0,5В, если это не так - ищите плохие контакты.

Подобным образом проверьте падение напряжения между отрицательной клеммой аккумулятора и корпусом генератора - падение напряжения и в этом случае не должно превосходить 0,5В. Проверьте надежность крепления шины к клемме аккумулятора и к корпусу, а также шины к двигателю и к корпусу (см. рис. 3.42).

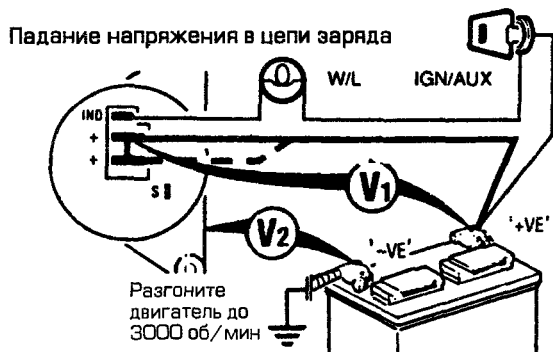


Рис. 3.42. Проверка падения напряжения

Проверка регулятора. Дайте двигателю поработать 3 - 5 минут при 3000 об/мин, после чего измерьте напряжение на клеммах аккумулятора.

Напряжение аккумулятора должно возрасти до 13,6 ... 14,4В (для регуляторов Lucas) и остаться на этом уровне. Если напряжение не укладывается в этот диапазон, или постоянно меняется, замените регулятор.

Указанный диапазон напряжения при работе двигателя типичен для многих типов регуляторов и моделей автомобилей. Более точные цифры Вы можете узнать у изготовителя или обратившись к книге издательства Haynes "Технические данные автомобилей", которая обновляется ежегодно.

Проверка с помощью осциллографа. Если у Вас есть возможность воспользоваться осциллографом, можно получить исчерпывающую информацию о работе системы, наблюдая форму осциллограмм. На рис. 3.43 показаны формы осциллограмм при правильной работе и при неисправностях системы.

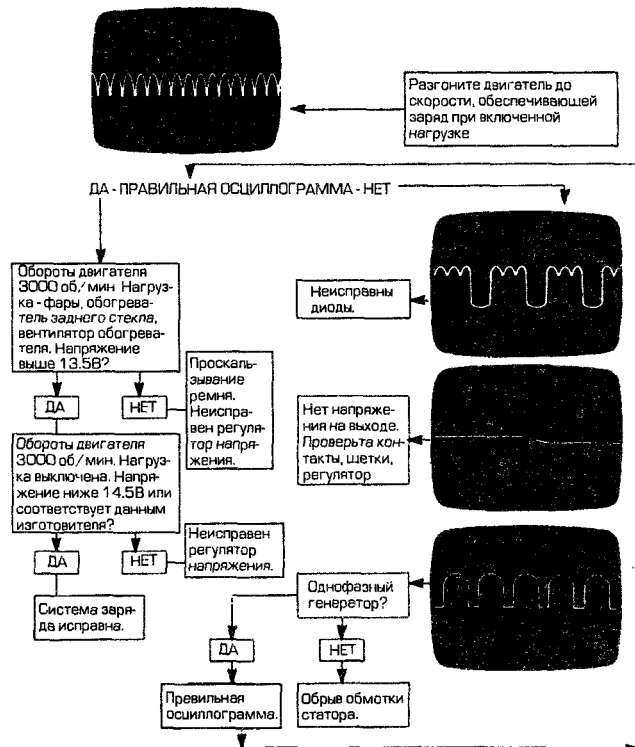


Рис. 3.43. Проверка генератора с помощью осциллографа

20 Обслуживание генератора

1 В генераторе могут отказать следующие узлы:

- Блок диодов
- Обмотка ротора
- Обмотка статора
- Подшипники
- Щетки

2 Прежде, чем начинать ремонт, нелишне выяснить, во что Вам обойдется переборка генератора и приобретение запчастей, и сколько стоит восстановленный генератор с учетом того, что восстановленный генератор имеет еще и гарантийный срок

3 Для проверки диодов их предварительно нужно отпаять от статорной обмотки. Для защиты диодов от перегрева паяльником зажмите электрод диода круглогубцами.

Проверить диод можно с помощью источника постоянного тока напряжением 12В, подключенного через лампочку мощностью 5

Вт. При приложении напряжения в одном направлении лампочка должна гореть, а в другом - нет. Если лампочка горит при любой полярности, значит диод неисправен.

4 Обмотки статора имеют три вывода при соединении звездой или треугольником. Сопротивление между любыми двумя выводами обмоток должны быть одинаковыми: в разных конструкциях сопротивления могут быть различными, но в любом случае можно ожидать, что они должны быть около 0,1 Ом (см. рис. 3.44).

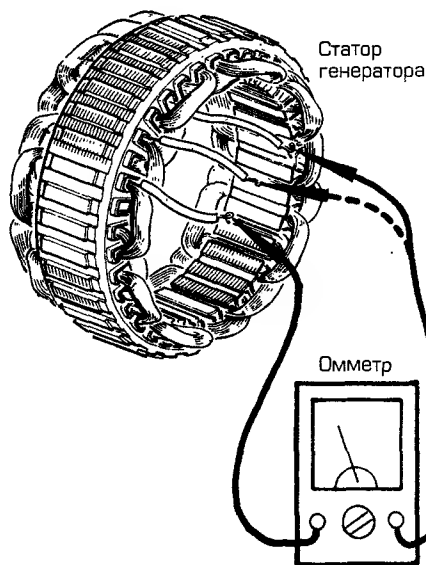


Рис. 3.44. Проверка сопротивления обмоток статора.
Сопротивление должно быть порядка 0,1 Ом и одинаковым между любой парой выводов

Сопротивление между обмотками и сердечником статора должно быть высоким (больше 1 Мом). Если Ваш омметр не имеет такого диапазона измерений, воспользуйтесь лампочкой мощностью 25 Вт и источником переменного напряжения не выше 110 В. При хорошей изоляции лампочка гореть не должна. Если лампочка горит или хотя бы тускло светится, значит есть пробой изоляции на корпус (см. рис. 3.45).

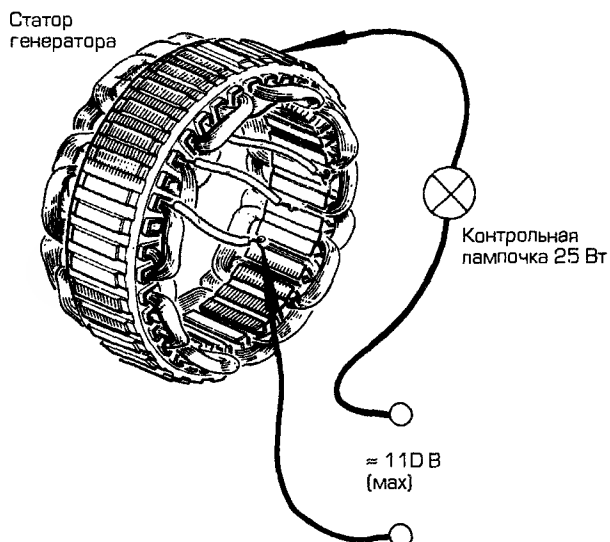
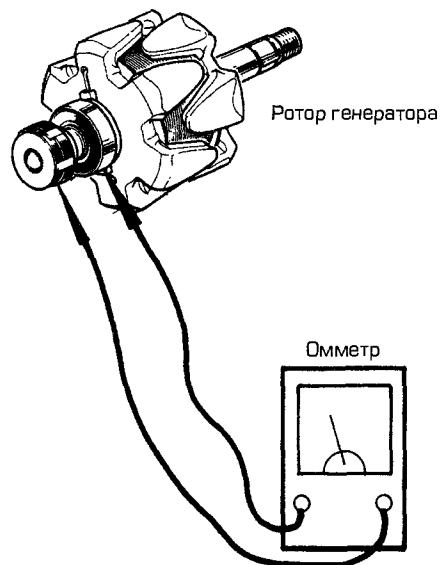


Рис. 3.45. Проверка сопротивления изоляции между обмотками и сердечником статора

5 Сопротивление обмоток ротора можно измерить между кольцами коллектора - в зависимости от типа генератора оно должно составлять 3 - 4 Ом. Если омметр показывает больше, значит обмотка имеет разрыв (см. рис. 3.46).



Нормальное сопротивление 3 - 4 Ом

Рис. 3.46. Проверка сопротивления обмотки ротора

Сопротивление изоляции можно измерить, подключив омметр между кольцом коллектора и сердечником якоря.

Как вариант, воспользуйтесь контрольной лампой мощностью 25 Вт, подключенной последовательно к источнику переменного тока напряжением не выше 110 В (см.рис.3.47).

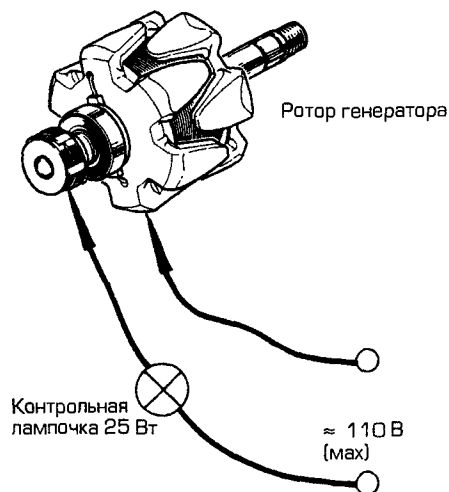


Рис. 3.47. Проверка сопротивления изоляции обмотки ротора

Лампочке должна быть на 110 В, но за неимением таковой, можно воспользоваться и лампочкой на 220 В, света которой будет достаточно, чтобы обнаружить пробой.

6 Щетки генератора следует заменить, когда их износ достигнет предельного значения (см. таблицу).

Чаще всего встречаются генераторы Lucas A, AC и ACR; Ducellier; Bosh; Paris-Rhone; Femse; Hitachi; AC Delco; Denso; Delco Remi; Mitsubishi.

В большинстве генераторов замена щеток не вызывает никаких затруднений, однако в генераторах AC Delco; Denso; Delco Remi и Mitsubishi их приходится выдавливать, поэтому лучше просто поменять генератор или обратиться на станцию обслуживания.

При установке новых щеток осмотрите также и состояние коллектора. Протрите его кольца метиловым спиртом. Обычно они бывают в хорошем состоянии, но если вдруг окажется, что кольца выщерблены, то лучше такой генератор поменять, потому что новые щетки быстро изнасятся.

В разных типах генераторов способ крепления щеток различен. Но чаще всего старые щетки требуется отпаять, а на их место припаять новые.

Генераторы с возбуждением от аккумулятора (Lucas 10/11)

Некоторые проверки выполняются так же, как и для модели ACR, в частности, состояние аккумулятора, натяжение ремня и проверка проводов. Хотя модели 10AC и 11AC также имеют аккумуляторное возбуждение, для них необходимо выполнить дополнительные проверки реле тока возбуждения и системы управления контрольной лампочки.

Тест 1: Реле тока возбуждения

На рис. 3.16 видно, что реле включает обмотку возбуждения через клеммы C1 и C2 и выключатель зажигания. Если генератор не дает зарядного тока, проверьте реле, включив амперметр в цепь выхода генератора (см. рис. 3.48), предварительно отсоединив отрицательный провод аккумулятора. Отсоедините провода от контактов C1 и C2 и закоротите их куском провода с "крокодилами". Подключите отрицательный провод аккумулятора и запустите двигатель. Дайте ему работать при 1500 об/мин. Если при этом на аккумулятор идет зарядный ток, значит неисправно реле или его провода. Если подключить вольтметр к контактам W1 и W2 (см. рис. 3.16), вольтметр должен показать напряжение аккумулятора. Если этого не происходит, проверьте соединение W2 с массой и W1 с источником.

Тип	Минимальная высота щеток	Примечания
Lucas AC10, 11	5 мм	Щетки держатся наконечниками.
Lucas ACR	5 мм	Нажмите маленькой отверткой наконечник, затем вытащите наружу. Снимите пластмассовую крышку. Заметьте положение проводов на щетках. Не потеряйте пластинчатую пружинку центральной щетки
Ducellier	8 мм	Трудно очистить кольца коллектора. Щетки различаются - будьте внимательны при установке
Paris-Rh	8 мм	Для отворачивания болтов крепления щеткодержателя требуется специальный ключ
Femsa	7 мм	Отдельный блок щеткодержателей расположен в задней части генератора
Bosh	2 мм	В поздних моделях щеткодержатель и регулятор представляют собой единый узел. Винты могут быть затянуты очень туго. Осторожно вытащите узел. Отпаяйте старые щетки и припаяйте новые.
Hitachi	На щетках нанесены метки предельного износа	Щеткодержатель закрыт крышкой. Осторожно вытащите щеткодержатель. Не отсоединяйте провод с меткой N.

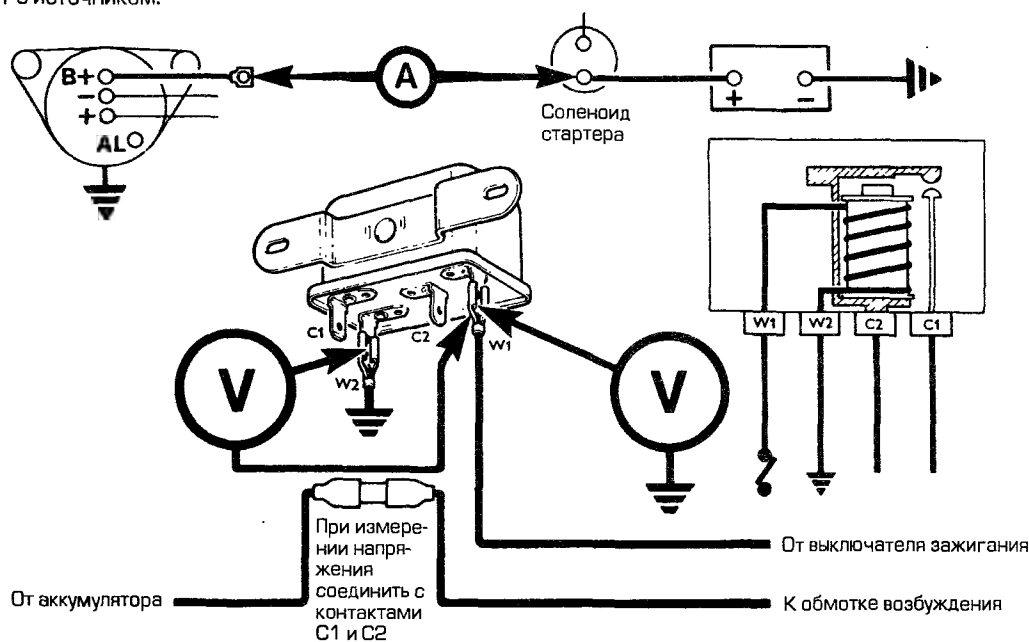


Рис. 3.4В. Проверка реле тока возбуждения

Тест 2: Проверке цепи возбуждения

Самый простой способ проверки цепи возбуждения - отсоединить провода от внешних контактов регулятора 4TR и подключить амперметр к контактам (F) и (-) (см. рис. 3.49). При включении зажигания амперметр должен показывать примерно 3 А. Если тока нет, значит в цепи произошел разрыв.

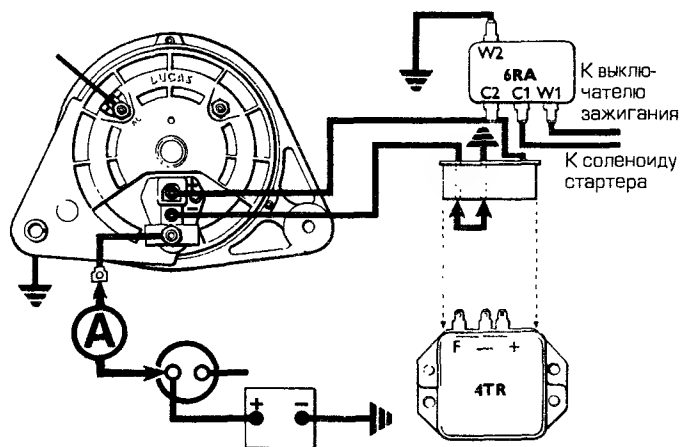


Рис. 3.49. Проверка цепи возбуждения

Тест 3: Проверка максимального выходного тока

Отключив провода от внешних контактов регулятора 4TR, замкните между собой контакты F и (-) (см. рис. 3.50). Включите амперметр в цепь выхода генератора. Запустите двигатель и разгоните его примерно до 3000 об/мин. При этом амперметр должен давать следующие показания:

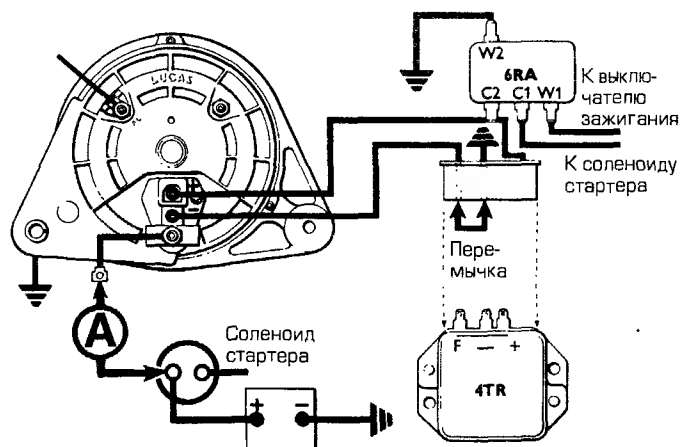


Рис. 3.50. Проверка выходного тока - 10/11AC

Генератор	Ток
10AC	35 А
11AC	45 А
11AC (модернизированный)	60 А
11AC (24-вольтный)	23 А

Отсутствие тока или малое его значение свидетельствует о неисправности обмоток статора или выпрямителя.

Тест 4: Измерение установок регулятора

Проверку следует производить при исправном, полностью заряженном аккумуляторе при измерении напряжения в яторе и при нормальной рабочей температуре двигателя. При работающем

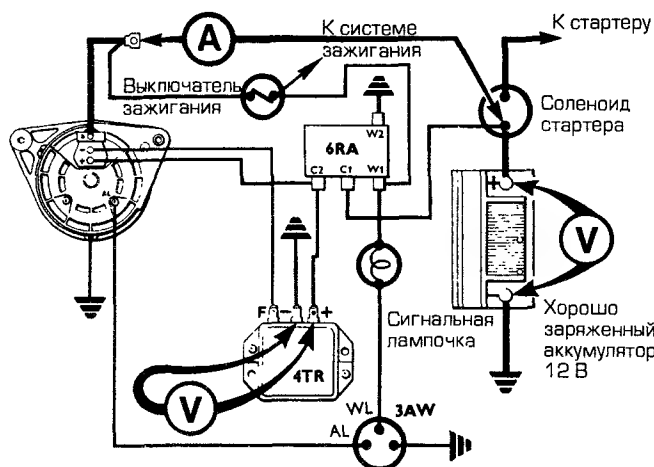


Рис. 3.51. Проверка установок регулятора 4TR

двигателем ток заряда должен постепенно уменьшаться до 10 А и затем не меняться даже с изменением скорости.

Соберите схему, показанную на рис. 3.51. Включите габаритные огни и разгоните двигатель до 3000 об/мин. Вольтметр при этом должен давать следующие показания:

Генераторы 10/11 AC	Установки регулятора
12-вольтная система	13.9 ... 14.3 Вольт
24-вольтная система	27.9 ... 28.3 Вольт

Тест 5: Устройство управления сигнальной лампочкой 3AW

Если генератор дает нормальный зарядный ток, а сигнальная лампочка не работает, первое, что нужно проверить, это саму лампочку. Если лампочка исправна, проверьте напряжение на выводе AL генератора относительно массы. Для 12-вольтной системы это напряжение должно составлять 6 ... 8 В, а для 24-вольтной системы - 14 ... 15 В при частоте вращения двигателя 1500 об/мин. Отклонение показаний от указанного свидетельствует о неисправности диодов выпрямителя.

Затем проверьте блок управления 3AW, для чего снимите провода с контактов E и WL и соедините эти провода между собой (см. рис. 3.52). Если при включении зажигания сигнальная лампочка загорелась, значит блок управления 3AW неисправен.

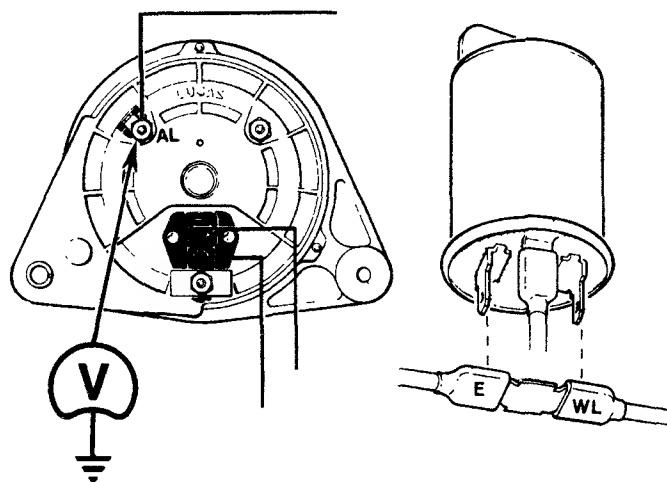


Рис. 3.52. Проверка устройства управления сигнальной лампочкой 3AW

ЧАСТЬ Б: ГЕНЕРАТОРЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА (ДИНАМОМАШИНЫ)

21 Общие сведения о генераторах постоянного тока

1 Генераторы постоянного тока устанавливались на автомобилях в течение многих лет, но сейчас полностью заменены генераторами переменного тока в силу ряда преимуществ последних, о чем было сказано в начале этой главы.

Тем не менее, в эксплуатации еще много старых автомобилей с генераторами постоянного тока, поэтому знание основ их работы и обслуживания необходимо владельцам таких машин.

2 Интересно отметить, что обмотки ротора динамомшины при вращении в постоянном магнитном поле генерируют переменный ток, тогда как коллектор выполняет роль своеобразного выпрямителя: как только напряжение в каком-либо проводе ротора меняет полярность, так соответствующая панель коллектора подключает его к нужной выходной клемме.

3 Принцип работы генератора постоянного тока показан на рис. 3.53. Проволочная рамка вращается между полюсами S и N постоянного магнита. Вообразим магнитные силовые линии, идущие из полюса N к полюсу S. При вращении рамки ее сторона "а" опускается вниз, пересекая силовые линии магнитного поля, тогда как сторона "б" пересекает их, поднимаясь вверх. В проводниках рамки индуцируется э.д.с., которая подводится к кольцу коллектора, вращающемуся вместе с рамкой. Ток с коллектора снимается графитовыми щетками B_1 и B_2 .

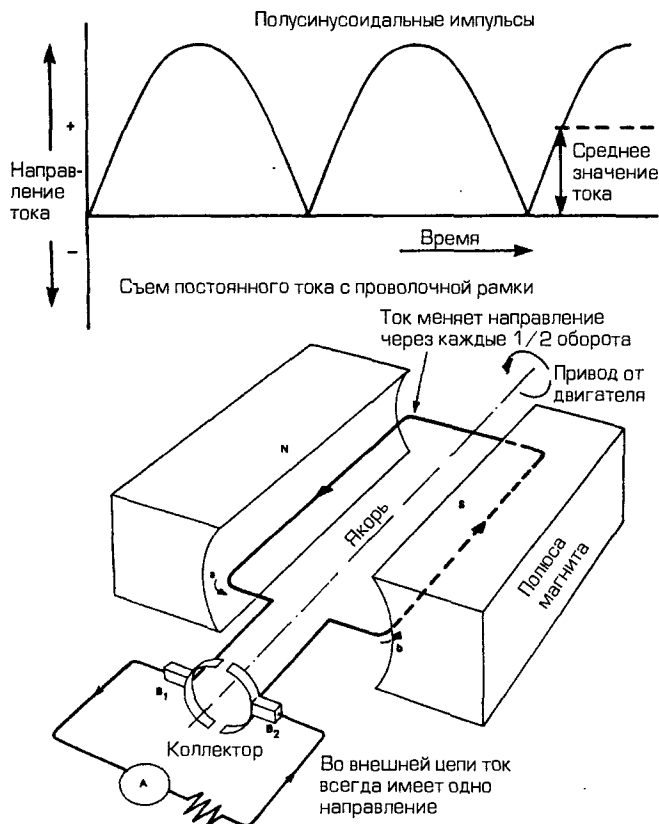


Рис. 3.53. Принцип работы генератора постоянного тока

4 Как только рамка повернется не 90° , так что ее стороны займут крайние верхнее и нижнее положения, полуколыца коллектора выйдут из контакта со своими щетками и войдут в контакт с противоположными. Теперь сторона "б" будет опускаться в области полюса N и ток в ней поменяет направление. То же случится и со стороной "а". Однако, поскольку изменилось положение не только сторон рамки, но и полуколец коллектора относительно щеток, то полярность напряжения на щетках не изменится и на выходе генератора мы будем наблюдать полупериоды синусоиды, направленные в одну сторону, как показано на рис. 3.53. Поскольку полярность напряжения во внешней цепи не изменяется, а лишь пульсирует, ток генератора можно использовать для заряда аккумулятора.

5 Якорь реального генератора состоит из нескольких ремок, подключенных к такому же числу коллекторных сегментов. Это во-первых позволяет лучше использовать магнитное поле и повысить выходную мощность, а во-вторых, уменьшает пульсацию выходного напряжения генератора (см. рис. 3.54).

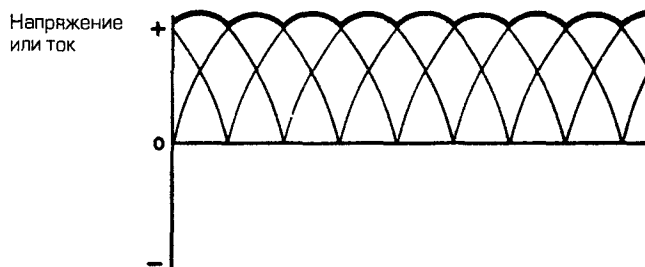


Рис. 3.54. Выходное напряжения генератора с несколькими рамками ротора

6 Якорь генератора набран из тонких железных пластин, насаженных на стальной вал. Якорь имеет продольные пазы, в которые уложены "ремки" его обмотки (см. рис. 3.55). Железный сердечник якоря концентрирует магнитное поле статора и делает генератор еще более эффективным.

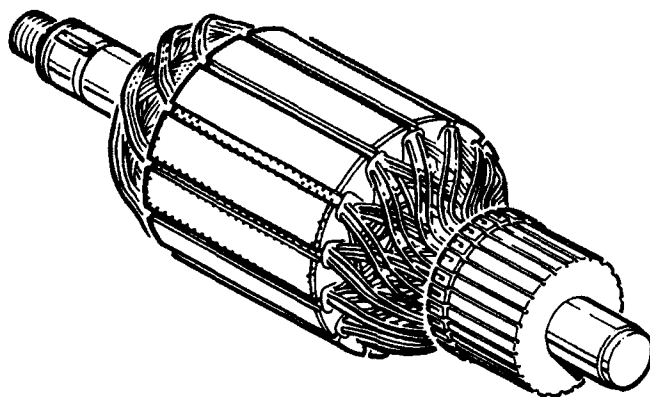


Рис. 3.55. Типичный якорь с коллектором генератора постоянного тока

7 Железные пластины, из которых набран якорь, изолированы друг от друга. Если бы якорь был изготовлен из сплошного куска железа, его можно было бы представить как множество проводов, замкнутых между собой. При вращении якоря в магнитном поле в этих проводах индуцируются напряжения и токи (называемые вихревыми токами), которые не только будут зря разогревать якорь, но еще и потребуют для этого дополнительную мощность от двигателя.

8 Коллектор генератора постоянного тока состоит из некоторого числа медных сегментов (ламелей), собранных в цилиндр и тщательно обработанных для обеспечения хорошего контакта с графитовыми щетками (см. рис. 3.56). Каждая ламель коллектора изолирована от соседних такими материалами как миканит, стеннит или эпоксидная смола. Поскольку медь изнашивается быстрее изолятора, изолятор немного углублен по отношению к поверхности ламелей. По мере износа ламелей коллектора изоляционные прослойки приходится время от времени подрезать, что является одним из элементов обслуживания генератора. (См. параграф 32 этой главы).

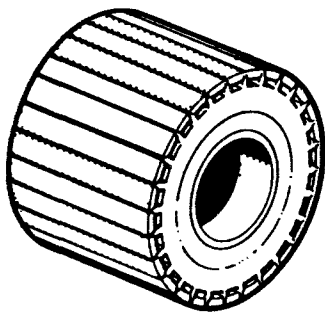


Рис. 3.56. Многосегментный коллектор генератора

9 Коллектор напрессован на вал якоря, а провода обмотки якоря припаяны к ламелям. Съем тока с ламелей осуществляется щетками, которые смонтированы в щеткодержателях (см. рис. 3.57). Щетки постоянно прижимаются к коллектору спиральными пружинами.

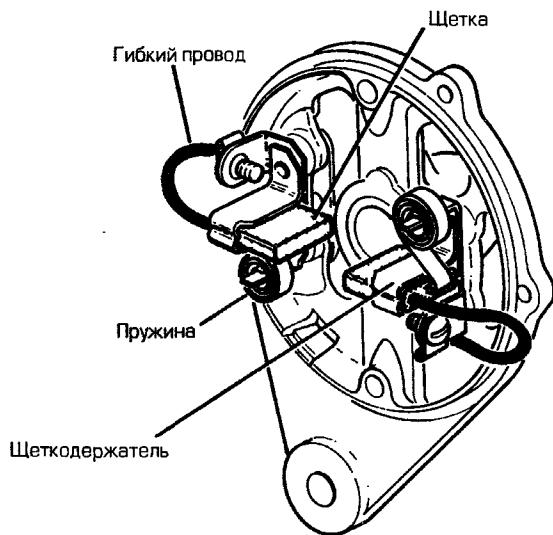


Рис. 3.57. Корпус щеткодержателей

10 В автомобильных генераторах магнитное поле создается электромагнитом. Обмотки электромагните расположены в статоре генератора. Они создают поле, подобное полю постоянного магнита, но имеет то преимущество, что напряженностью поля можно управлять, меняя ток возбуждения. Ток, необходимый для возбуждения магнитного поля, снимается с якоря самого генератора.

11 На рис. 3.58 схематично показан принцип возбуждения магнитного поля. В действительности обмотки выполнены более

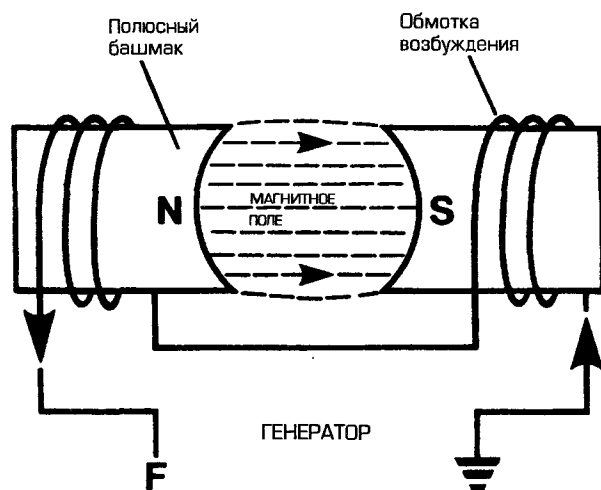


Рис. 3.58. Схеме возбуждения магнитного потока

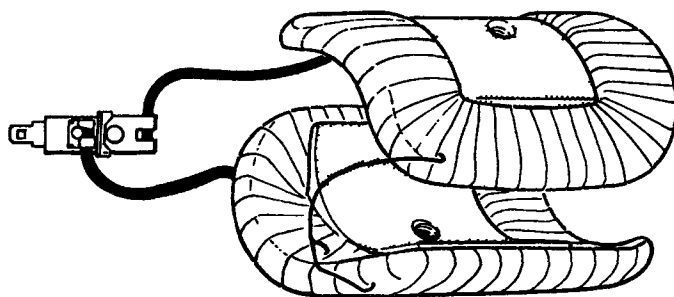


Рис. 3.59. Устройство полюсов генератора

плоскими и расположены вокруг полюсных башмаков, которые привинчены к корпусу генератора (см. рис. 3.59).

12 Обмотка возбуждения состоит из двух катушек, соединенных последовательно. Каждая катушка содержит несколько сотен витков изолированного медного провода, намотанного при изготовлении на прямоугольный каркас. Снаружи обмотка изолирована хлопчатобумажной лентой.

13 На рис. 3.60 показан путь силовых линий магнитного поля через корпус, полюсные башмаки и якорь. Проводники якоря проложены в его пазах. Обратите внимание на то, что стальной корпус является частью магнитопровода, поэтому для снижения рассеяния магнитного потока в переходе от ротора к статору, необходимо уменьшать зазор между якорем и полюсными башмаками до минимально возможного. Это обстоятельство предъявляет высокие требования к точности подшипников ротора. На рис. 3.61 показано расположение и типы подшипников, применяемых в генераторах постоянного тока. Некоторые изготовители устанавливают шериковые подшипники не обоих концах вале.

14 Якорь и обмотки возбуждения могут быть соединены параллельно. Такой вид соединения известен под названием генератора с параллельным возбуждением. Железо, из которого изготовлен корпус статора, сохраняет некоторый магнетизм даже если обмотки возбуждения обесточены. Этот остаточный магнетизм позволяет генератору начать работу без внешнего источника возбуждения.

15 На рис. 3.62 показана схема генераторе с пераллельным возбуждением. Если начеть вращать якорь, его обмотки будут пересекать силовые линии слабого остаточного магнитного поля.

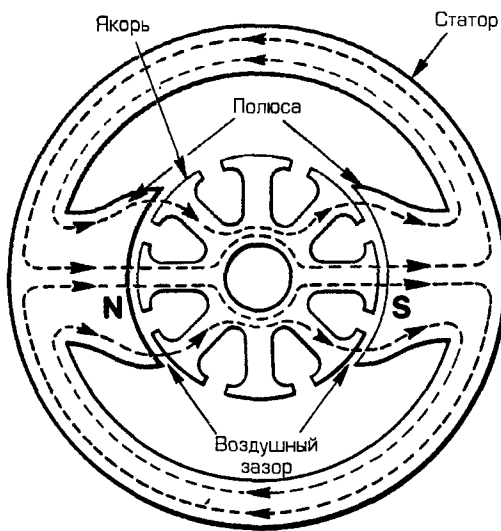


Рис. 3.60.

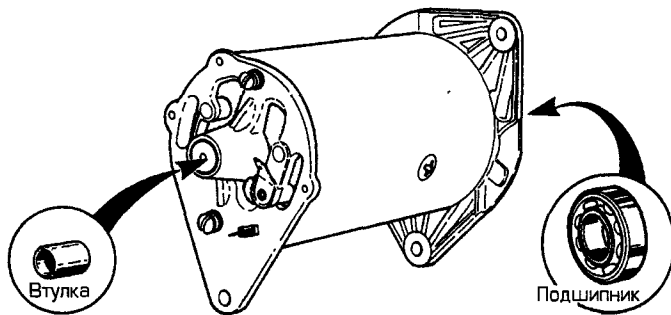


Рис. 3.61. Подшипники генератора

При этом в якоре будет генерироваться слабая э.д.с. и в нем возникнет слабый ток, часть которого пойдет на обмотку возбуждения и усилит магнитный поток. Это, в свою очередь, приведет к увеличению э.д.с. якоря и к дальнейшему увеличению тока возбуждения. Таким образом, генератор лавинообразно повысит свое выходное напряжение до номинального.

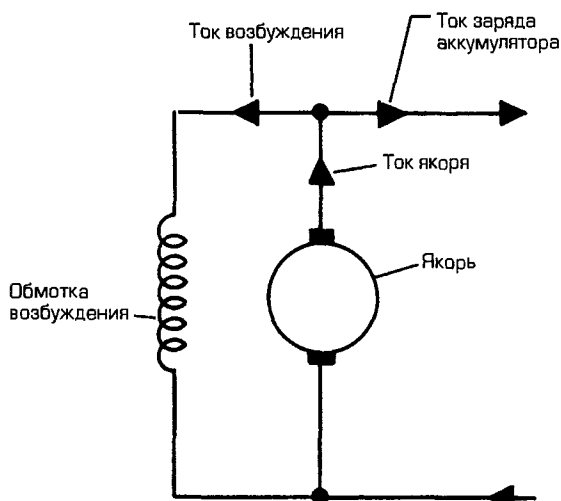


Рис. 3.62. Генератор с параллельным возбуждением

16 Читатель может подумать, что описанное выше лавинообразное нарастание тока возбуждения должно продолжаться до бесконечности, пока не сгорят все обмотки генератора. Видимо, так бы и происходило на самом деле, если бы не одно удачное свойство магнитного потока в железе, которое называется насыщением. Железо может пропустить лишь ограниченный магнитный поток, каким бы интенсивным ни было его возбуждение. На рис. 3.63 показано, что происходит с генерируемой э.д.с. при повышении тока возбуждения. Однако, несмотря на такое саморегулирование, все же напряжение на выходе генератора может стать слишком большим для заряда аккумулятора, поэтому регулятор напряжения необходим и в генераторах этого типа.

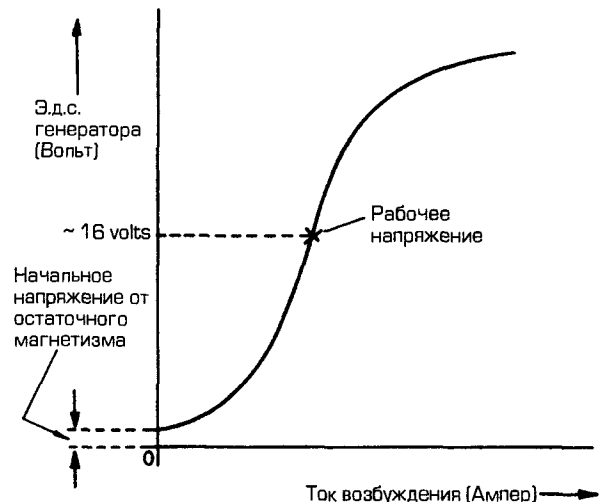


Рис. 3.63. Характеристика генератора с параллельным возбуждением

Генератор с параллельным возбуждением может работать только при одном направлении вращения, поскольку при вращении в обратную сторону э.д.с. якоря будет уменьшать остаточный магнитный поток и генератор не сможет возбуждаться.

17 Таким образом, правильное направление остаточного магнитного поля жизненно необходимо для работы генератора, поэтому при замене генератора необходимо убедиться в том, что магнитное поле направлено в нужную сторону. Для этого можно отсоединить провода от контактов генератора F и D, а затем на несколько секунд подсоединить клемму (+) аккумулятора к контакту F.

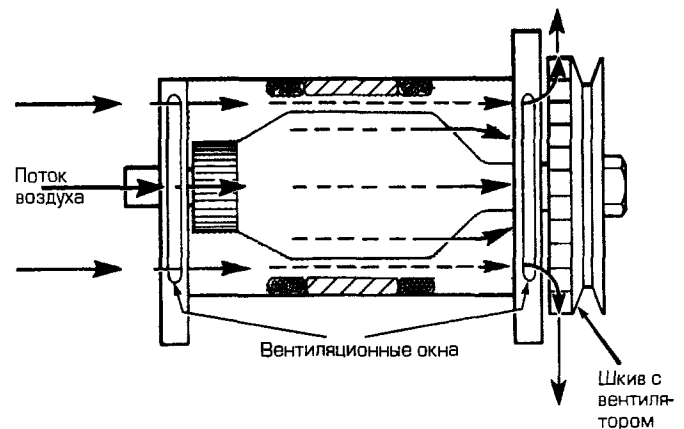


Рис. 3.64. Вентиляция генератора

18 При работе генератора выделяется тепло, поэтому вежно обеспечить его хорошую вентиляцию. Для этого в торцевых крышках генератора прорезаны окна, а на ведущем шкиве ротора закреплена крыльчатка центробежного вентилятора, который продувает воздух внутри корпуса генератора (см. рис. 3.64). Некоторые типы генераторов делаются полностью герметичными, например, для работы в сельскохозяйственных машинах в условиях сильной запыленности. В таких случаях для предотвращения перегрева генераторы выполняются на пониженную выходную мощность.

22 Заряд аккумулятора

1 При подключении генератора к аккумулятору следует строго соблюдать полярность (см. рис. 3.65). Для повышения зарядного тока напряжение генератора должно быть немного выше напряжения аккумулятора. Такая задача была бы достаточно простой для инженера-электрика, если бы напряжение аккумулятора оставалось постоянным. В действительности оно может меняться от 12 В при разряженном аккумуляторе до 16 В при полностью заряженном.

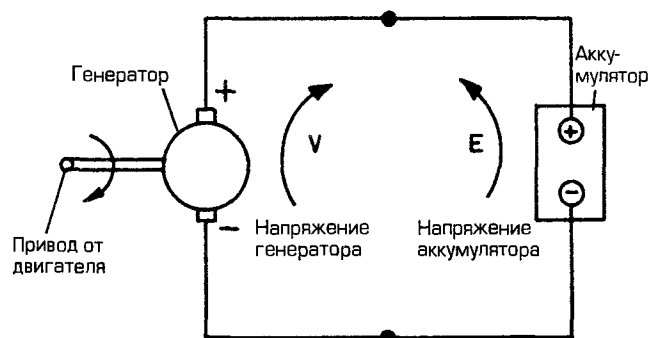


Рис. 3.65.

2 Если поддерживать на выходе генератора постоянное напряжение, тогда при заряде полностью разряженного аккумулятора с выхода генератора пойдет слишком большой ток, который сожжет обмотки якоря. Поэтому регулятор напряжения, работающий совместно с генератором, должен включать в себя механизм компенсации, чувствительный к нагрузке, потребляемой аккумулятором и электрооборудованием автомобиля.

3 Если во время работы генератора его напряжение упадет ниже напряжения аккумулятора, то ток из аккумулятора пойдет в генератор и последний превратится в электродвигатель. Для того, чтобы этого не происходило, в цепь заряда должно быть включено устройство, прерывающее цепь по мере необходимости. Обычно таким устройством является реле обратного тока.

23 Реле обратного тока

1 Назначение реле - включать цепь заряда, когда напряжение генератора выше напряжения аккумулятора, т.е. превышает 13 В, и отключить эту цепь в противном случае. Катушка реле подключена одним концом к выходной клемме генератора, а вторым - к массе. Катушка рассчитана таким образом, что при

достижении определенного уровня напряжения на выходе генератора она образует магнитное поле, достаточное для притяжения стальной пластинки (якоря) с контактами (см. рис. 3.66). Заметьте, что при не работающем двигателе и включенном зажигании сигнальная лампочка будет гореть. При разгоне двигателя до оборотов, при которых напряжение на выходе генератора достигает напряжения аккумулятора, сигнальная лампочка гаснет. Катушка реле обратного тока притягивает якорь и его контакты включают цепь, соединяющую генератор с аккумулятором, и закорачивают сигнальную лампочку.

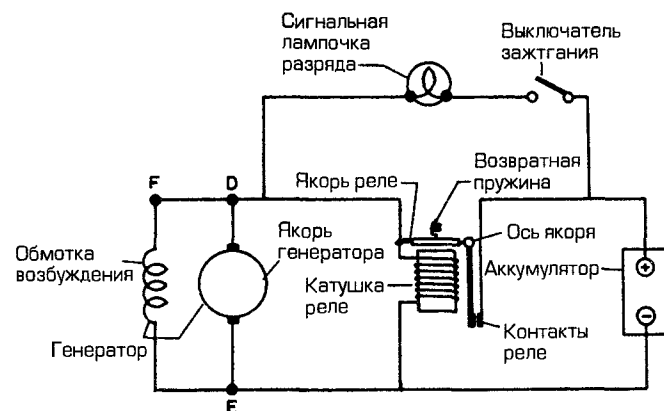


Рис. 3.66. Простейшая схема включения реле обратного тока

2 При опускании якоря реле замыкаются контакты, соединяющие выход генератора с аккумулятором. При уменьшении оборотов двигателя напряжение на выходе генератора снижается до уровня, когда магнитное поле катушки реле не в состоянии противостоять усилию возвратной пружины якоря, тогда якорь поднимается и разрывает контакты.

3 На рис. 3.67 показана реальная конструкция реле обратного тока, катушка которого имеет две обмотки. Основная, параллельная обмотка катушки выполнена из нескольких сотен витков

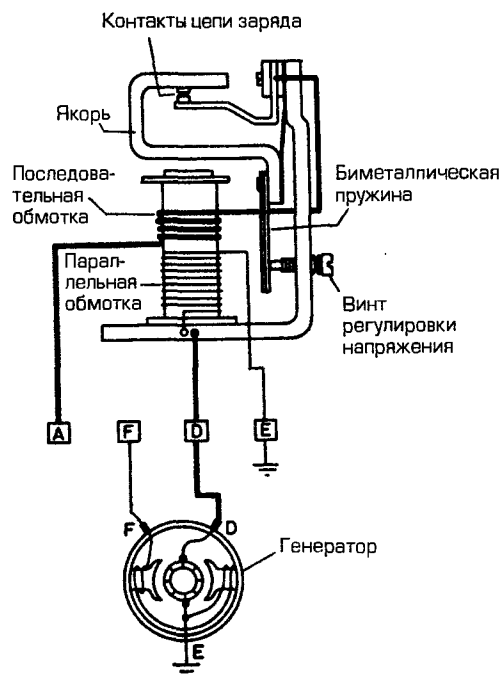


Рис. 3.67. Реле обратного тока

эмалированного медного провода. Эта обмотка создает основное магнитное поле катушки. Вторая обмотка содержит несколько витков толстого медного провода и включена последовательно в цепь заряда аккумулятора. Она пропускает через себя весь зарядный ток. При замкнутых контактах большой зарядный ток, протекающий через последовательную обмотку, создает в катушке дополнительное магнитное поле, которое помогает полю, образованному последовательной обмоткой, надежно прижать контакты, пропускающие зарядный ток. Если напряжение генератора опускается ниже напряжения аккумулятора, например, на холостом ходу, ток в последовательной катушке меняет направление, т.е. начинает течь от аккумулятора к генератору. В этом случае последовательная обмотка создает магнитное поле, противоположное основной катушке, и тем самым помогает возвратной пружине быстро и надежно разомкнуть контакты реле.

4 Обратите внимание на пластинчатую пружину с винтом регулировки напряжения включения реле. Обычно эта пружина состоит из двух склепанных между собой полосок металла, имеющих различный коэффициент теплового расширения. При нагревании такая пружина будет изгибаться. По мере роста температуры в моторном отделении сопротивление параллельной обмотки растет и для притяжения якоря потребуется большее напряжение на выходе генератора. Биметаллическая пружина в этом случае играет роль компенсатора: она изгибается и уменьшает свое противодействие притяжению якоря реле. Таким образом, замыкание и размыкание контактов происходит практически при неизменном напряжении.

24 Регулятор напряжения

1 Если напряжение генератора возрастает до слишком высокого уровня, регулятор включает между выходом генератора и обмоткой возбуждения дополнительное сопротивление. При этом магнитное поле генератора уменьшается и соответственно снижается напряжение на выходе.

2 На рис. 3.68 показана схема регулятора с электромагнитным реле, подобным реле обратного тока. Параллельная обмотка катушки реле подключена к выводам D и E генератора. Контакты реле нормально замкнуты и шунтируют добавочный резистор цепи возбуждения. При опускании якоря контакты размыкаются и

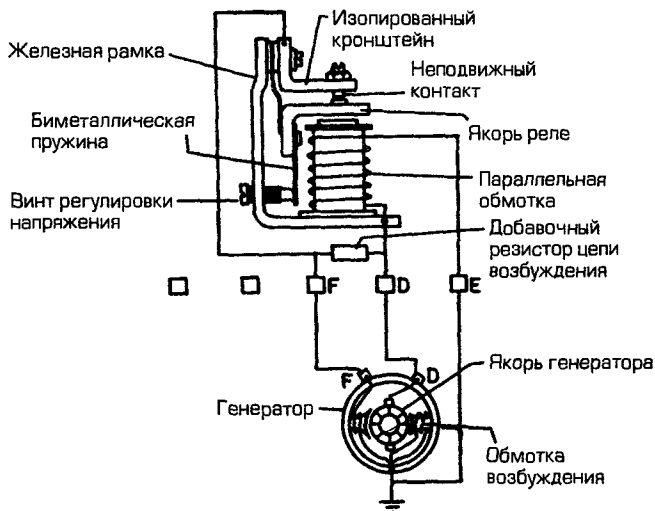


Рис. 3.68. Регулятор напряжения

добавочный резистор оказывается включенным между выводами генератора D и F, уменьшая тем самым ток возбуждения. Натяжение возвратной пружины регулируется винтом и зависит от температуры, поскольку пружина также изготовлена из биметалла.

3 Этот регулятор имеет недостаток, состоящий в том, что при разряженном аккумуляторе большой зарядный ток генератора может сжечь обмотки якоря. Поэтому в схему регулятора напряжения вводятся дополнения, не допускающие большой разницы между напряжением аккумулятора и выходным напряжением генератора.

25 Регулятор напряжения с компенсацией по зарядному току

1 На рис. 3.69 показано реле с дополнительной обмоткой на катушке. Дополнительная обмотка содержит несколько витков толстого провода и включена последовательно с нагрузкой генератора. Ток, проходящий по обмотке увеличивает магнитное поле, создаваемое параллельной обмоткой.

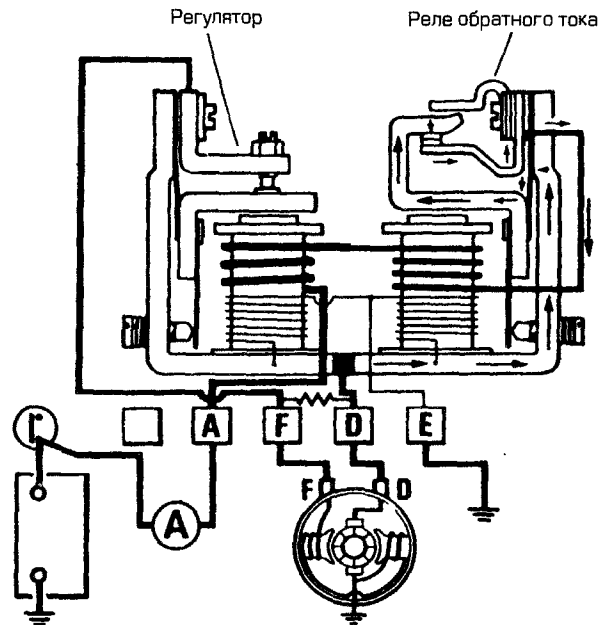


Рис. 3.69. Регулятор напряжения с компенсацией по зарядному току

2 При большой нагрузке магнитные поля, создаваемые обеими обмотками складываются и увеличивают тяговое усилие катушки по сравнению с одной параллельной обмоткой. Контакты регулятора размыкаются при меньшем напряжении и, таким образом, напряжение на выходе генератора изменяется в зависимости от зарядного тока.

26 Регулятор с компенсацией по нагрузке

1 Идея компенсации (параграф 25) может быть развита не введением дополнительных витков последовательной обмотки, через которые проходит ток к потребителям электроэнергии,

таким как передние фары. При компенсации только по зарядному току напряжение на клеммах аккумулятора, особенно разряженного, может дополнительно упасть при включении энергоемких потребителей. Если пропустить ток этих потребителей через дополнительную обмотку регулятора, то магнитное поле катушки еще больше возрастет, а напряжение на выходе генератора дополнительно понизится, чем будет достигнута дополнительная защита (см. рис. 3.70).

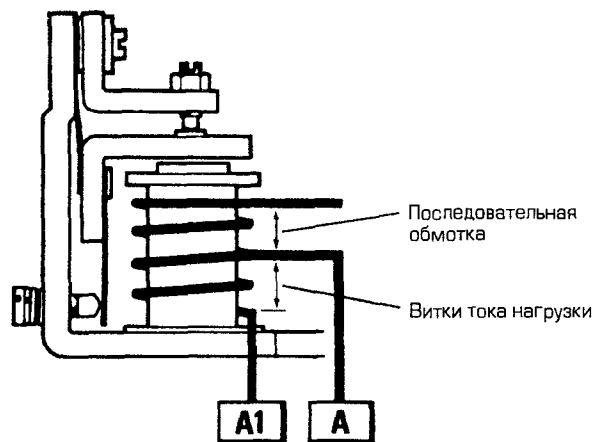


Рис. 3.70. Реле с дополнительными витками

2 Число витков компенсирующей и негрузочной обмоток подбирается каждый раз применительно к конкретному генератору и энергопотребителям. Поэтому при замене регулятора необходимо внимательно следовать рекомендациям изготовителя.

27 Регулятор с полной компенсацией

1 Схема блока управления генератором с полной компенсацией показана на рис. 3.71. Ток генераторе с вывода D попадает на общую металлическую рамку регулятора напряжения и реле обратного тока. Пройдя через замкнутые контакты реле обратного тока, ток попадает на последовательные обмотки катушек обоих реле и далее - через клеммы A и A1 идет на заряд аккумулятора и на питание потребителей. Цепь замыкается через массу автомобиля.

2 Блоки управления такого типа использовались на автомобилях длительное время. Недостатком такой схемы является то, что генератор не все время работает на полную мощность во время заряда аккумулятора. Идеальная схема управления должна была бы обеспечить максимальный ток заряда, пока аккумулятор не зарядится полностью, чтобы обеспечить минимальное время восстановления заряда, после чего она должна перейти в режим подзаряда. Это требование может быть удовлетворено путем введения одного небольшого усложнения в схему регулятора.

28 Регулятор тока и напряжения

1 Из графика рис. 3.72 видно, что регулятор с компенсацией по напряжению начинает заряжать разряженный аккумулятор большим током, но затем этот ток быстро падает и устанавливается на уровне подзаряда. В это время аккумулятор восста-

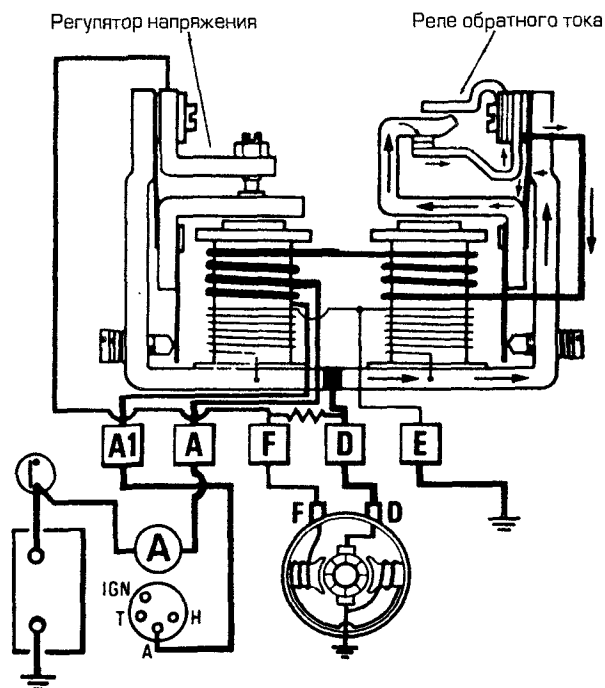


Рис. 3.71. Регулятор с полной компенсацией



Рис. 3.72. Сравнение характеристик регуляторов

навливает свой заряд очень медленно. Регулирование по току и напряжению позволяет заряжать аккумулятор большим током более продолжительное время до тех пор, пока напряжение аккумулятора не поднимется настолько, что регулирование по напряжению станет преобладающим.

Блок управления, реализующий такой принцип, показан на рис. 3.73. Блок состоит из трех частей:

- Реле обратного тока
- Регулятора тока, который позволяет использовать всю выходную мощность генератора, пока напряжение аккумулятора не достигнет заданного уровня
- Регулятора напряжения, который включается в работу на последнем этапе заряда, когда зарядный ток держится на уровне 1 - 2 А.

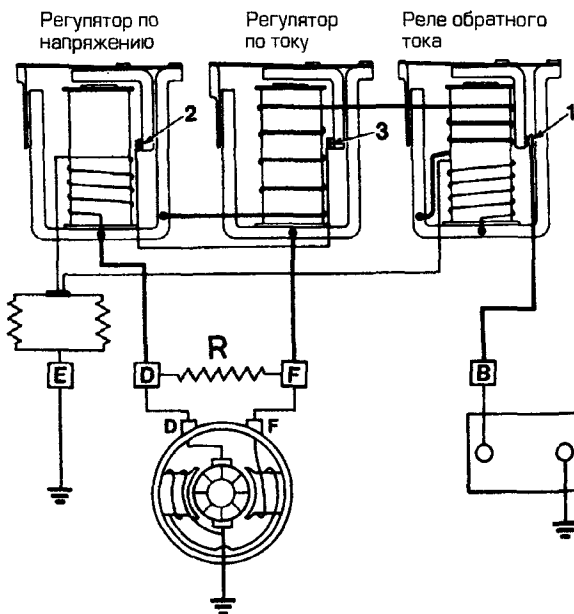


Рис. 3.73. Регулятор по току и напряжению

2 Если аккумулятор первоначально разряжен, напряжение генератора после замыкания контактов реле обратного тока будет расти с увеличением скорости двигателя до уровня 12.75 ... 13.25 В. При дальнейшем нарастании скорости ток заряда, проходящий по последовательной обмотке регулятора тока, вызовет разрыв контактов (3) и в цепь возбуждения генератора между клеммами D и F включится добавочный резистор R, который уменьшит ток возбуждения и снизит выходное напряжение генератора. Заметьте, что в это время контакты регулятора напряжения замкнуты. Зарядный ток также уменьшится и контакты (3) снова разомкнутся.

3 Этот процесс протекает с частотой в пределах 60 ... 100 периодов в секунду и ток генератора в этот период ограничен допустимым максимальным значением. Когда заряд аккумулятора достигнет уровня примерно 1/3 от полного, напряжение аккумулятора повысится до значения, когда вступит в работу регулятор напряжения. С этого момента не начнет регулироваться не ток, а напряжение генератора. Контакты регулятора тока останутся замкнутыми до конца заряда, поскольку

уменьшившийся ток заряда не в состоянии притянуть якорь регулятора тока.

29 Форсирующая обмотка

В некоторых регуляторах напряжения имеется дополнительная обмотка из нескольких витков толстого провода, которая призвана помочь параллельной обмотке притянуть якорь регулятора. Назначение этой обмотки состоит в том, чтобы ускорить переброс якоря и таким образом повысить частоту вибрации регулятора. Поэтому иногда эта обмотка называется частотной.

30 Проверка генератора и его системы управления

Если системе неисправна, то сначала рекомендуется выполнить логический тест для определения области, в которой произошла неисправность.

Тест 1: Проверка аккумулятора

Проверьте плотность электролита и выполните тест быстрого разряда.

Тест 2: Проверка натяжения приводного ремня

Приводной ремень должен прогибаться на 6 ... 18 мм при нажатии на него пальцем со средним усилием в середине самого длинного участка. Если ремень изношен настолько, что касается дне ручья шкива, то ремень надо заменить.

Тест 3: Проверка обрывов в соединениях

Проверьте также контакты разъемов и держатели предохранителей на наличие коррозии.

Тест 4: Проверка якоря

Отсоедините основной провод генератора от клеммы D регулятора (см. рис. 3.74). Разгоните двигатель примерно до 1500 об/мин. Напряжение между наконечником провода D и массой должно быть в пределах от 1.5 до 3 В за счет остаточного магнетизма. Если напряжения нет или оно незначительно ниже 1.5 В, значит неисправен основной провод или обмотка якоря.

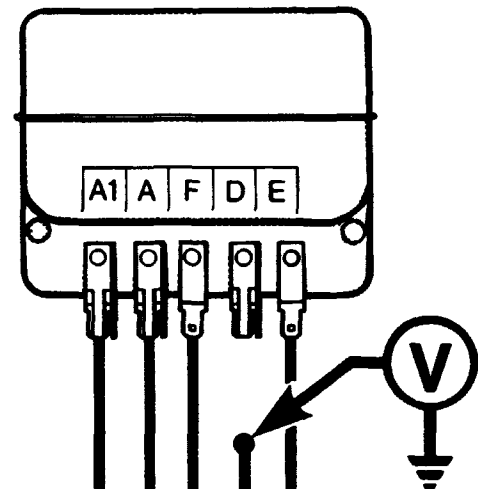
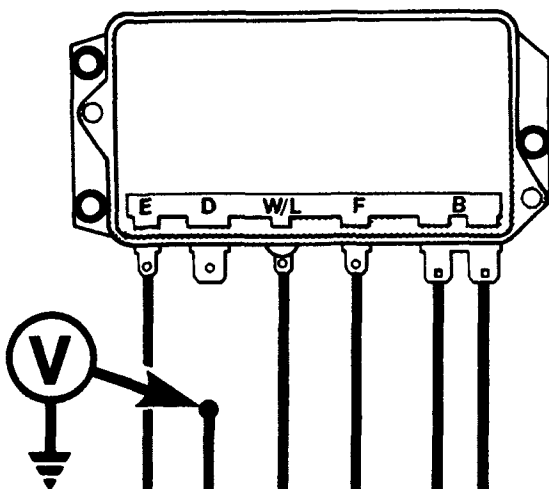


Рис. 3.74. Проверка якоря и основного провода - Тест 4

Тест 5: Проверка цепи возбуждения

Отсоедините провод от клемм D и F генератора. Подключите амперметр к клеммам D и F и вольтметр к клемме D и к массе. Разгоняйте двигатель, пока вольтметр не покажет 12 В, при этом ток возбуждения должен быть в пределах 2 ... 2,5 А. Если показания приборов выходят за эти пределы, снимите генератор для ремонта обмоток возбуждения.

Тест 6: Проверка напряжения холостого хода генератора

Этот тест предназначен для проверки установки регулятора напряжения. На регуляторах с компенсацией напряжения типа Lucas RB 106 отсоедините провода от контактов A и A1 и соедините провода между собой. На регуляторах тока и напряжения отсоедините провода от контактов B и также соедините провода между собой (см. рис.3.75). При вращении двигателя со скоростью 3000 об/мин измерьте напряжение между контактом D и массой. Для регуляторов Lucas напряжение должно находиться в следующих пределах:

Регуляторы с компенсацией напряжения

RB 106?RB 108

от 16,0 до 16,5 В

Регуляторы тока и напряжения

RB 340

от 14,5 до 15,5 В

Если напряжение выходит за указанные пределы, регуляторы следует настроить. Регуляторы других типов имеют сходные характеристики, однако при их проверке следует ориентироваться на их технические данные.

Тест 7: Заземление блока регулятора

Нарушение заземления блока регулятора может иметь самые неожиданные последствия. Например, меняется установленное напряжение или регулятор невозможно настроить. Для проверки заземления закоротите провода A и A1 или B, как в тесте 6, а затем соедините внешним проводом (желательно использовать провод для запуска двигателя от внешнего аккумулятора) клемму заземления блока регулятора с точкой заземления двигателя (см. рис. 3.76). Если теперь регулятор стал нормально работать, осмотрите контакты соединения блока с массой на наличие

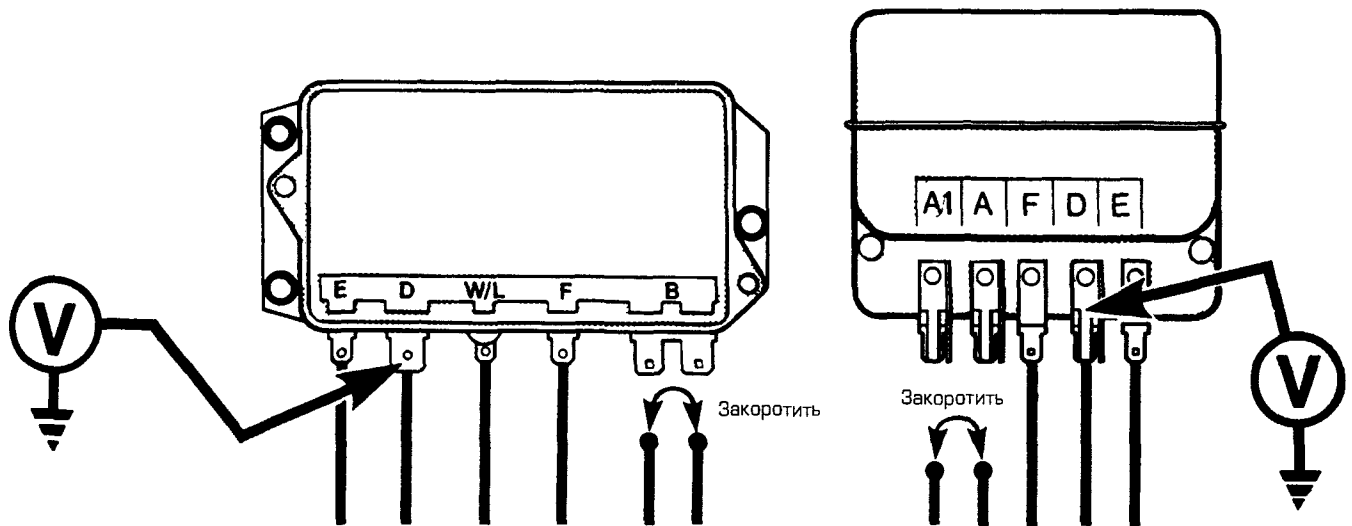


Рис. 3.75. Проверка напряжения холостого хода генератора - Тест 6

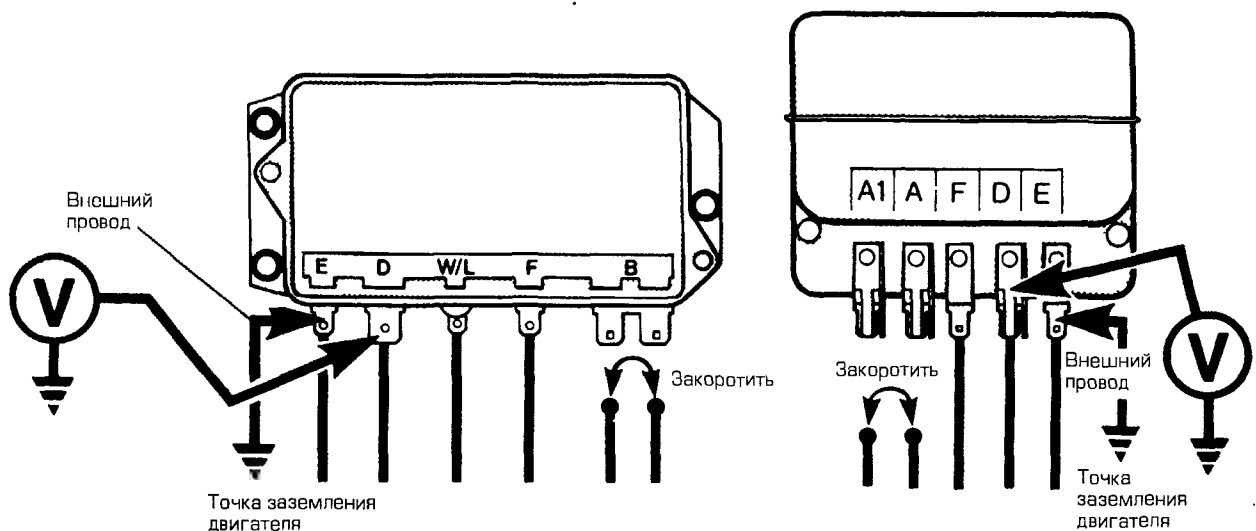


Рис. 3.76. Заземление блока регулятора

коррозии. Если и в этом случае положительного результата получить не удалось, замените регулятор.

Тест 8: Напряжение начала заряда

Соедините контакты регулятора, как в тесте 6. Подключите амперметр между контактом А или В и закороченными проводами, а также вольтметр между контактом D и массой (см. рис. 3.77). Запустите двигатель, включите передние фары и медленно повышайте обороты двигателя. Должны замкнуться контакты реле обратного тока, что легко заметить по показанию амперметра. Вольтметр при этом должен показать от 12.7 до 13.3 В.

Тест 9: Обратный ток

Соберите схему, как в тесте 8, только без вольтметра. Разгоните двигатель примерно до 3000 об/мин и медленно снижайте обороты, пока не разомкнутся контакты реле обратного тока. В этот момент обратный ток должен быть примерно 5 А и быстро упасть до нуля в момент выключения реле. Если обратный ток остается на этом уровне вплоть до холостых оборотов или даже

при остановке двигателя, значит, скорее всего, залипли контакты реле и блок требует ремонта или замены.

Тест 10: Установка регулятора тока

Тест проводится только для регуляторов тока и напряжения. Закоротите контакты регулятора напряжения с помощью подходящего зажима. Включите амперметр между клеммой В регулятора и закороченными проводами (см. рис. 3.78). Разгоните двигатель до 3000 об/мин. Амперметр должен показывать номинальный ток генератора - около 22 А. При необходимости подрегулируйте ток регулировочным винтом. Еще раз проверьте установку, сбросив обороты двигателя до холостого хода, а затем вновь разогнав его до 3000 об/мин.

31 Контакты

1 Иногда требуется чистке контактов реле. Имейте в виду, что для чистки контактов регулятора напряжения и реле обратного тока используются разные методы.

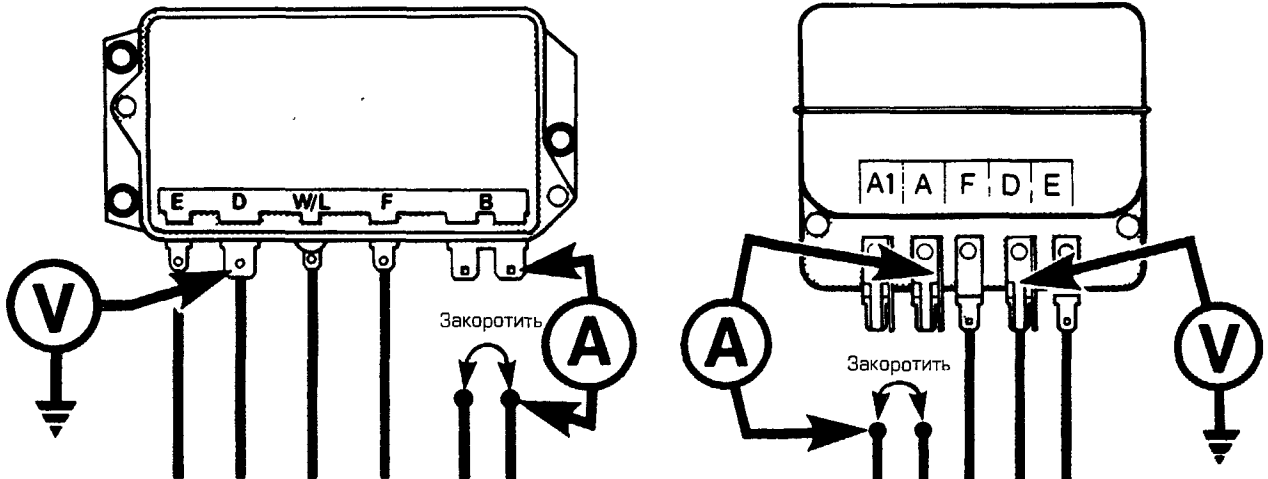


Рис. 3.77. Проверка напряжения начала заряда

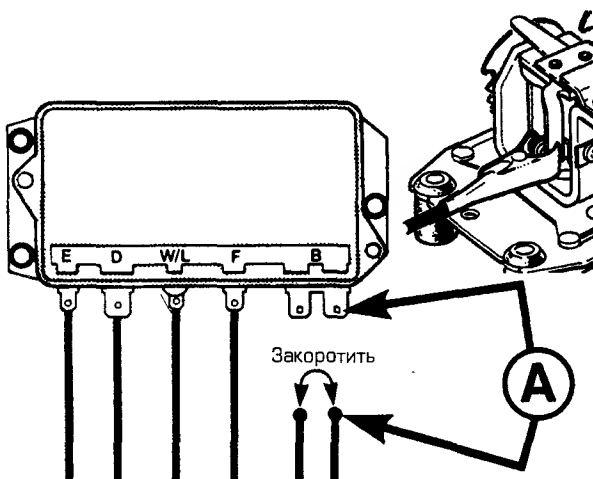


Рис. 3.78. Проверка установки регулятора тока

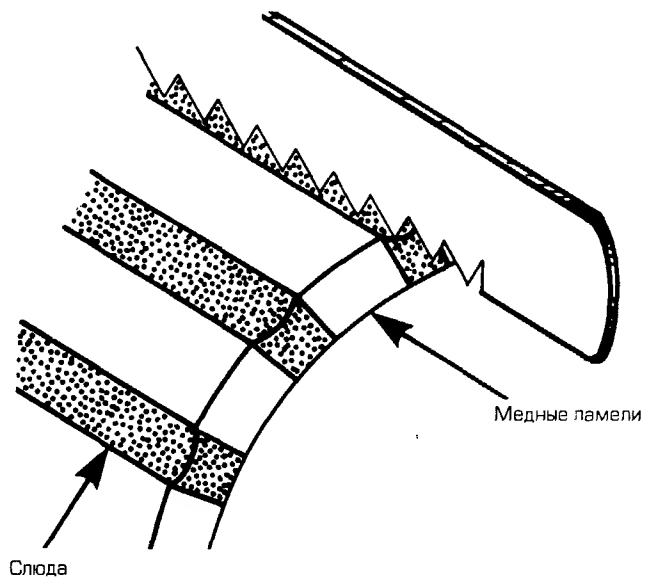


Рис. 3.79. Подрезка изоляторов коллектора

2 Контакты регулятора изготовлены из вольфрама и чистить их надо либо кероборундовым бруском, либо наждачной бумагой из карбида кремния. Контакты реле обратного тока посеребрены и имеют мягкую поверхность. Чистить их надо мелкозернистой стеклянной наждачной бумагой.

3 Пыль, оставшуюся после зачистки, следует смыть тряпкой, смоченной метиловым спиртом.

32 Замачания по обслуживанию генератора

1 Для периодического обслуживания генератор следует снять с двигателя.

2 Осмотрите коллектор - в случае появления сколов и канавочного износа коллектор можно отремонтировать, если повреждения не слишком велики. Иногда бывает достаточно протереть коллектор бензином и прочистить изоляционные промежутки. Возможно, что коллектор требует шлифовки мелкой стеклянной бумагой. Однако, если коллектор обожжен круговым огнем, его следует проточить на токарном станке "как чисто".

3 Изолирующие промежутки между ламелями коллектора должны быть углублены примерно на 1 мм. Обычно это делают с помощью ножовки, зубья которой при необходимости могут быть сточены с боков наждачным кругом (см. рис. 3.79). Эту операцию надо выполнять очень аккуратно, чтобы уделить все выступы изолятора. Для выполнения этой работы выпускается специальный станок, который можно приобрести по вполне сходной цене (см. рис. 3.80).

4 Пыль от щеток проникает повсюду. Ее можно удалить бензином и мягкой щеткой. Напомним, что такую работу надо выполнять в хорошо проветриваемом помещении и соблюдать противопожарные правила. Проверьте высоту щеток и при необходимости замените их. Если устанавливаются новые щетки, притрите их к коллектору. Для этого наведите на коллектор под щетки полоску наждачной бумаги и поворачивайте якорь взад-вперед. Эта операция позволит профилировать щетки по контуру коллектора и улучшить их прилегание. В завершение убедитесь, что щетки легко перемещаются в щеткодержателе.

5 Износ подшипников вызывает грохочущий шум и, если износ слишком велик, якорь может начать тереться о полюсные башмаки, что легко обнаружить по следам износа.

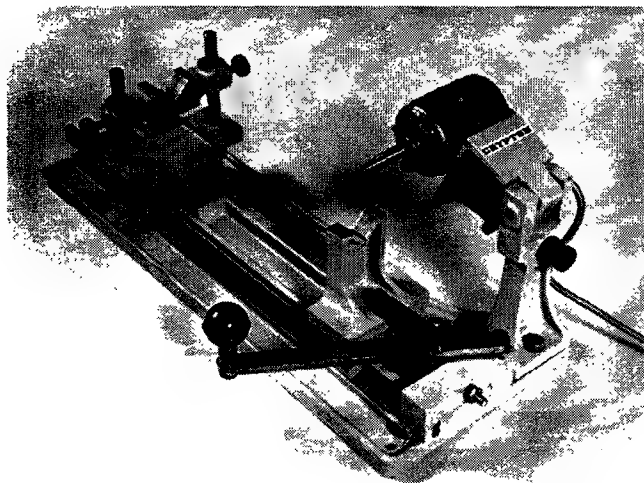


Рис. 3.80. Станок FKI Gryphon для обработки коллекторов

6 Снять бронзовую втулку с коллекторного конца вала якоря можно с помощью бородка или иного подобного инструмента. Если втулка слишком плотно сидит на валу, ее можно разрубить по длине, а затем сбить выколоткой. Новую втулку следует выдержать в масле несколько часов для пропитки (втулка изготовлена из пористой фосфористой бронзы), а затем вколотить на место легкими ударами выколотки из мягкого материала. При наличии прессы втулку лучше напрессовать. Если Вы будете возобновлять пропитку втулки маслом каждые 10 000 км, это значительно продлит ее жизнь (см. рис. 3.В1).

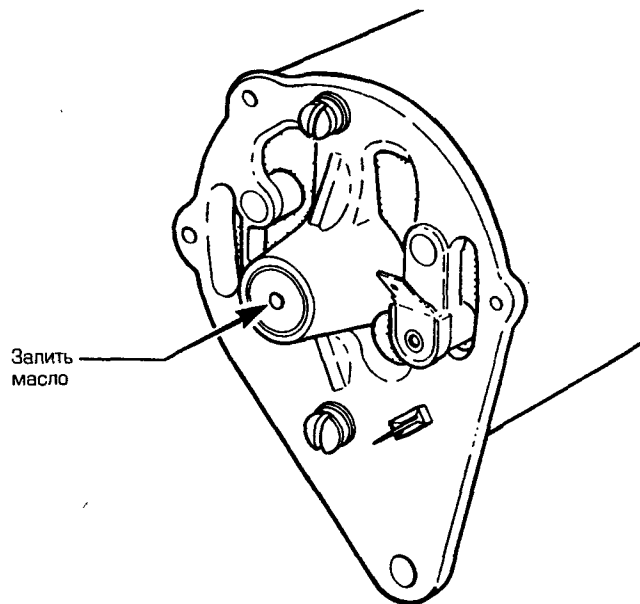


Рис. 3.В1. Смазка бронзовой втулки генератора

7 Подшипник на приводном конце вала спужит дольше, чем втулка на другом конце. Если все же подшипник надо заменить, сначала снимите шкив с помощью рычага или съемника (предварительно отвернув гайку и сняв шайбу).

8 Затем осторожно выбейте вал из подшипника молотком из мягкого материала. Для защиты резьбы наведите на конец вала гайку. Если выбить вал не удастся, необходимо воспользоваться прессом. После установки нового подшипника заполните его тугоплавкой смазкой.

9 Брызги олова на корпусе генератора в зоне коллектора означают, что нарушены соединения обмоток якоря с ламелями. Для припайки проводов к коллектору потребуются паяльник большой мощности и канифоль. Не пользуйтесь для лайки спиртовыми флюсами. Вообще спиртовые флюсы не следует применять для лайки электрических соединений.

10 Неисправность обмоток возбуждения чаще всего обнаруживается по обгорелой изоляционной пенте, а также по изменению сопротивления обмоток. Иногда происходит замыкание обмотки на корпус, что также можно обнаружить, измеряя сопротивление. Можно перемотать обмотку, размотав старую и сосчитав число ее витков, а затем намотать столько же. Изоляцию обмотки надо выполнить очень аккуратно, чтобы не превысить допустимый размер и в то же время обеспечить хорошую изоляцию.

11 Полюсные башмаки привинчены к корпусу генератора очень туго и часто для отворачивания крепежных винтов требуется ударная отвертка. Затягивать винты крепления башмаков после ремонта также следует очень туго, поскольку слабо привинченный

башмак может вызвать полное разрушение генератора. В продаже можно встретить специальное приспособление для отвинчивания и привинчивания башмаков (см. рис. 3.82). После сборки запустите генератор в режиме электромотора (соединив выходную клемму генератора с клеммой обмотки возбуждения). Это позволит убедиться в том, что генератор собран правильно.

3.3 Замена генератора постоянного тока на генератор переменного тока

1 Генератор обычно рассчитан на мощность стандартных энергопотребителей автомобиля. Если Вы установили дополни-

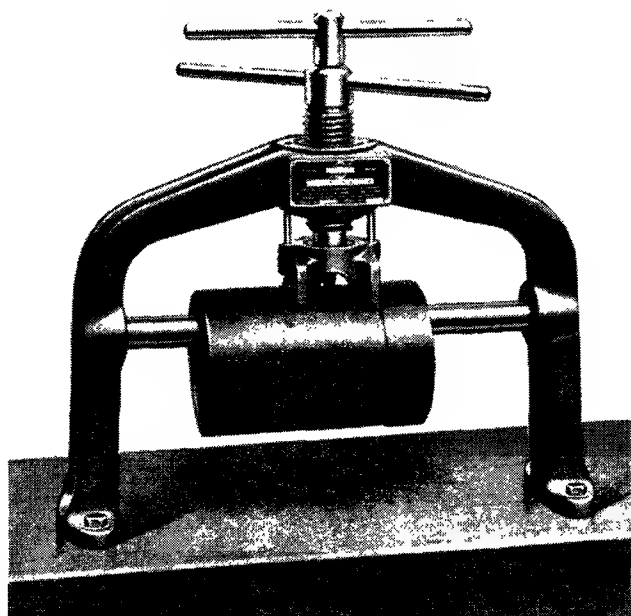


Рис. 3.82. Станок для разборки и сборки полюсных башмаков

Кабель F можно использовать в новой схеме между клеммой IND и сигнальной лампочкой. Отсоедините кабели F и WL от блока регулятора и соедините их между собой, потом отсоедините кабель F от генератора и подключите этот конец к клемме IND.

Вместо кабеля D используйте новый кабель, рассчитанный на мощность нового генератора

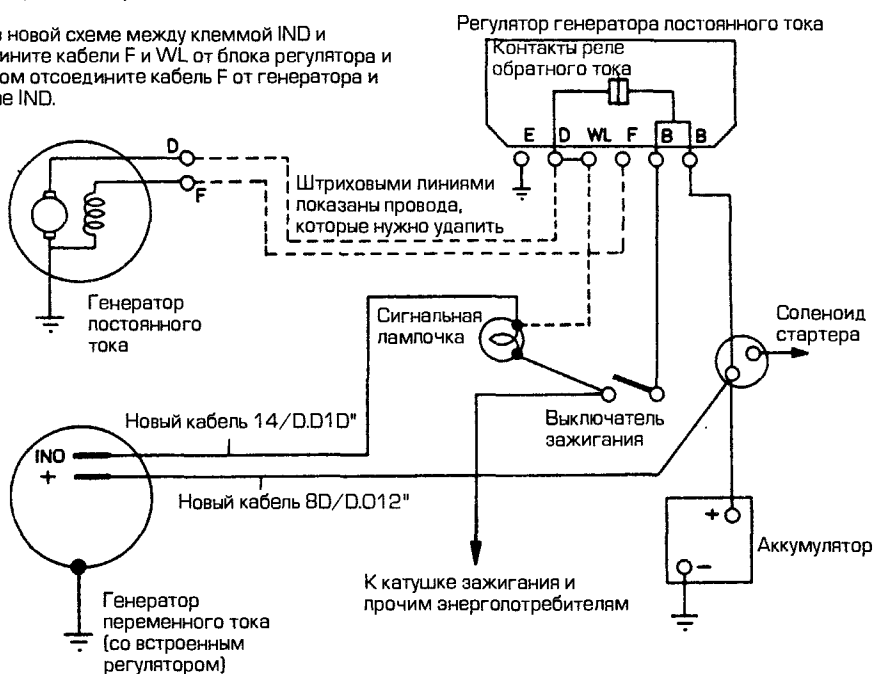


Рис. 3.83. Замена генератора постоянного тока генератором переменного тока

тельное оборудование, то мощность генератора может оказаться недостаточной. Лучший выход в этой ситуации - заменить генератор постоянного тока на генератор переменного тока.

2 Проще всего установить генератор переменного тока с электронным регулятором, поскольку в этом случае потребуются заменить только два кабеля. Возможно, что потребуются некоторые переделки опор и устройств натяжения ремня.

3 На рис. 3.83 показаны изменения электрических соединений. Блок управления генератором постоянного тока может быть оставлен на месте для удобства подключения концевиков проводов к контактам. В качестве примера на схеме показано, как два контакта В, имеющих внутреннюю перемычку, остаются подключенными к аккумулятору через клеммы соленоида стартера и к переключателю замка зажигания.

4 Затем надо отсоединить сигнальную лампочку резряда аккумулятора от блока регулятора (в примере - контакт WL) и подключить к проводу, снятому с клеммы F блока регулятора. Второй конец этого кабеля следует подключить к клемме IND генератора переменного тока. Можно для этой цепи использовать и новый провод.

5 Аналогично, кабель D надо отсоединить как от регулятора, так и от генератора. Его лучше больше не использовать, а вместо него изготовить новый кабель, который следует подключить к главному выходу (+) генератора переменного тока и к аккумулятору или к клемме соленоида стартера.

6 Изготовители генераторов переменного тока могут укомплектовать новый генератор набором соединительных проводов и инструкцией по замене. Рекомендуется все концевики проводов зачистить, чтобы исключить проблемы коррозии.

7 При подключении к генератору дополнительных энергопотребителей его мощность будет возрастать, а следовательно будет возрастать и крутящий момент на его приводном шкиве. Поэтому для исключения проскальзывания ремня важное значение имеет правильное его натяжение.

Глава 4 Стартеры

Содержание

Введение	1
Принцип работы стартера	2
Скорость и крутящий момент	3
Передаче мощности	4
Классификация	5
Передачное отношение от стартера к венцу меховика	6
Электромагнит стартере	7
Работа электромагнитного выключателя	8

Инерционный механизм стартера	9
Осевой зазор между зубчатыми венцами	10
Стартеры с предварительным зацеплением	11
Устройство стартерного электродвигателя	12
Электродвигатели с постоянным магнитом	13
Проверке	14
Поиск и устранение неисправностей	15

1 Введение

1 На ранних автомобилях для запуска двигателя водитель крутил заводную рукоятку.

На всех двигателях коленчатый вал имел храповик, за который цеплялась заводная рукоятка. Однако вскоре необходимость установки стартера стала очевидной.

Двигатели стали мощнее и их стало труднее крутить руками. Кроме того, частыми стали травмы из-за обратных вспышек. Чтобы этого не происходило, водитель должен был вручную уменьшить опережение зажигания с помощью регулятора, обычно устанавливаемого рядом с рулевым колесом, однако, иногда водитель об этом забывал.

Электрический стартер появился в 1912 году на автомобилях "Кадилак", но после этого потребовалось еще много времени, чтобы и все остальные автомобили стали оснащаться таким оборудованием.

2 Электростартер питается от аккумулятора и превращает его электрическую энергию в механическую работу, необходимую для проворачивания двигателя, пока он не начнет работать самостоятельно. В этот момент стартер должен механически отсоединиться от двигателя.

Стартеры легковых автомобилей обычно имеют мощность от 2 кВт и выше. Они должны развивать достаточно большой крутящий момент, чтобы проворачивать двигатель в холодное время, когда масло двигателя густеет.

Ток стартера может достигать при тяжелых условиях 450 А, поэтому очевидно, что сопротивление обмоток стартера должно быть очень низким, не выше 1 миллиОме. Это требует толстых проводов, хороших контактов и аккумулятора с низким внутренним сопротивлением.

Для запуска поршневого двигателя стартер должен его вращать со скоростью не ниже 100 об/мин, а для роторного двигателя - еще быстрее.

При такой скорости воздушный поток на линии всасывания уже достаточен для создания топливо-воздушной смеси требуемого состава.

2 Принцип работы стартера

1 Принцип работы электродвигателя описан в главе 1.

При взаимодействии магнитного поля обмоток якоря с магнитным полем статора, в обмотках якоря возникают силы.

На рис. 4.1 показано поле статора, обрезанное полюсами магните N и S, виток обмотки якоря и коллектор, который всегда направляет ток через обмотку якоря в одну сторону. Для этого коллектор выполнен в виде разрезного кольца, к которому подводится ток через два медно-графитовых блока, называемых щетками, прижатых к коллектору слабыми пружинами.

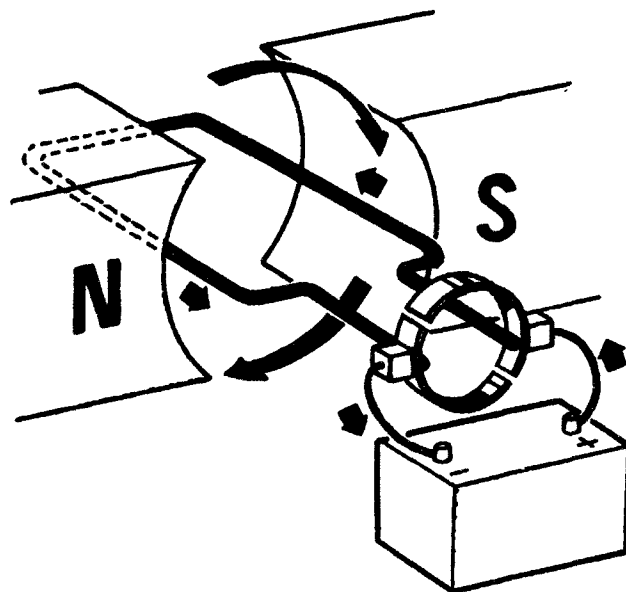
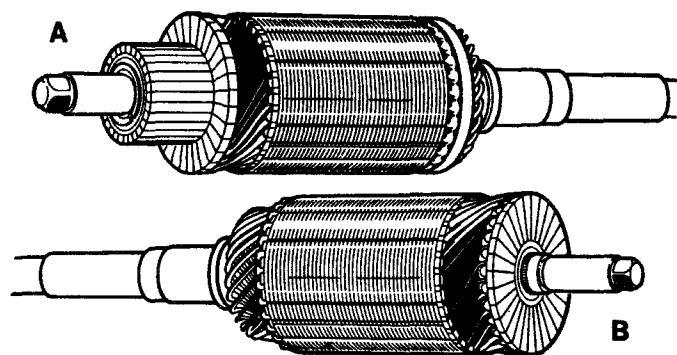


Рис. 4.1. Простейший электродвигатель постоянного тока

2 Якорь настоящего электродвигателя имеет большое число обмоток, подключенных к сегментам коллектора, поэтому крутящий момент якоря практически не зависит от взаимного положения его обмоток и полюсов статора.

Обмотки якоря проложены в пазы железного сердечника, который обрезает магнитопровод для магнитного поля статора (см. рис. 4.2).



А Барабанный коллектор В Торцевой коллектор

Рис. 4.2. Типичные конструкции якоря электродвигателя

Магнитный поток хорошо проходит через железо, но плохо - через воздух, поэтому воздушные зазоры должны быть сведены к минимуму.

Сердечник якоря изготовлен из тонких листов железа, крепко сжатых в пакет, но изолированных один от другого для предотвращения индукционных токов, которые могут вызвать дополнительный нагрев якоря и потери мощности.

3 Основное магнитное поле статора может быть обрезовано как постоянным магнитом, так и электромагнитом, выполненным в виде обмоток (см. рис. 4.3).

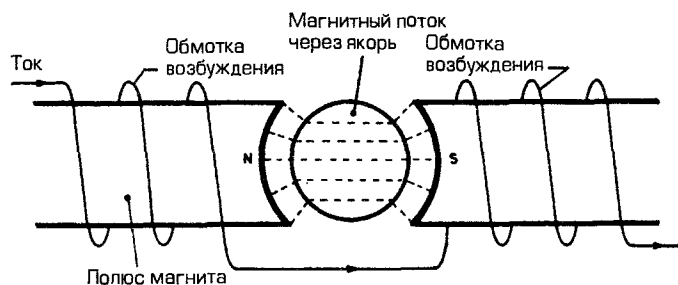


Рис. 4.3. Магнитное поле зависит от числа витков обмотки и проходящего через нее тока

Стартеры с постоянным электромагнитом применялись в некоторых ранних конструкциях стартеров. Они имеют по сравнению с электромагнитным возбуждением некоторые преимущества в весе и простоте устройства.

Полезно заметить:

- а) Сила, действующая на проводник якоря, а следовательно, и крутящий момент, зависит от напряженности магнитного поля.
- б) Напряженность магнитного поля есть произведение:

Число витков обмотки (N) x Ток, протекающий через обмотку (I)

Этот параметр называется "емпер-витками".

Из этого следует, что создать требуемое магнитное поле конструктор может большим числом витков обмотки при малом токе, либо большим током в малом числе витков.

Обычно стартеры имеют конструкцию второго типа. Статорная обмотка в них соединена ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО с обмоткой якоря, т.е. эти электродвигатели имеют последовательное возбуждение.

4 Наконец, сила, действующая на виток якоря, а следовательно, и крутящий момент есть произведение

Напряженность магнитного поля x Ток якоря.

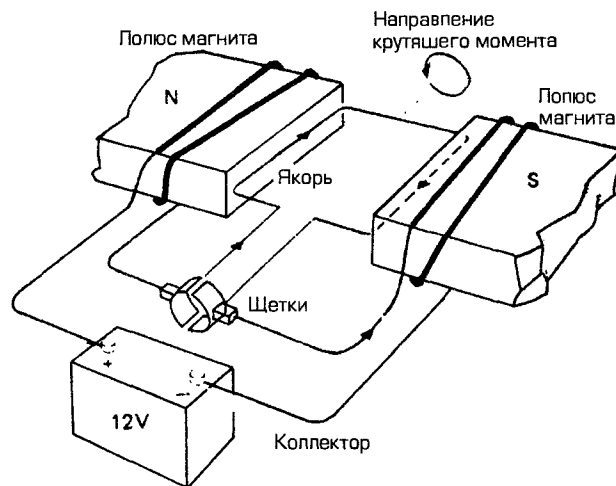


Рис. 4.4. Электродвигатель постоянного тока с последовательным возбуждением

3 Скорость и крутящий момент

1 Вспомним, что при вращении якоря, витки его обмотки пересекают линии магнитного поля, а следовательно, в них индуцируется напряжение (противо-э.д.с.). Это никак не связано с тем фактом, что якорь вращается под действием тока, идущего от аккумулятора - э.д.с. будет точно такой же, если вращать якорь внешней механической силой.

2 Противо-э.д.с., как показывает само название, всегда направлена против внешнего тока, в данном случае - аккумулятора, и ее значение прямо зависит от скорости вращения якоря. Проще говоря, электродвигатель под действием внешнего тока будет разгоняться до тех пор, пока противо-э.д.с. не станет равной подводимому напряжению, а точнее - немного меньше последнего за счет падения напряжения в проводах и контактах щеток (см. рис. 4.5).

3 Крутящий момент стартера зависит от двух факторов - магнитного поля и тока якоря, поэтому электродвигатель с последовательным возбуждением идеален, когда требуется создать большой крутящий момент по двум причинам:

- а) При включении стартера электродвигатель не вращается. Поэтому нет никакой противо-э.д.с., и ток стартера ограничивается только сопротивлением его обмоток. Таким образом при пуске ток стартера очень высок.
- б) Этот большой ток проходит через обмотку возбуждения и создает в ней магнитное поле высокой напряженности.

По этим причинам электродвигатели последовательного возбуждения находят широкое применение в качестве стартеров, а также для привода оборудования, требующего высоких пусковых характеристик, например для привода подъемников автопогрузчиков.

4 Другой особенностью электродвигателей с последовательным возбуждением является то, что они могут развивать без нагрузки очень высокие обороты. Поэтому на стартер не следует подавать напряжение без нагрузки, если Вы не хотите, чтобы его обмотки разлетелись в стороны под действием центробежных сил.

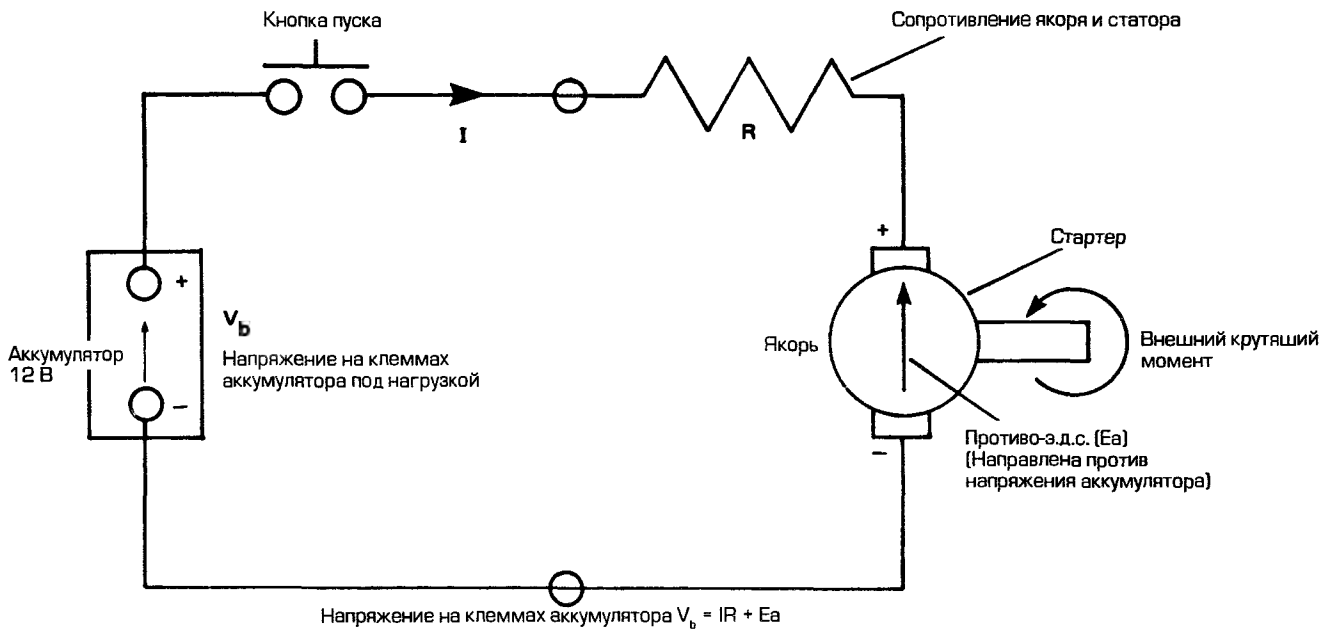


Рис. 4.5. Работа стартера под нагрузкой

4 Передача мощности

Передача мощности стартером происходит в две стадии. Первая стадия - передача энергии аккумулятора на обмотки стартера, в результате чего стартер начинает вращаться. Вторая стадия - передача мощности вращающегося якоря на маховик двигателя.

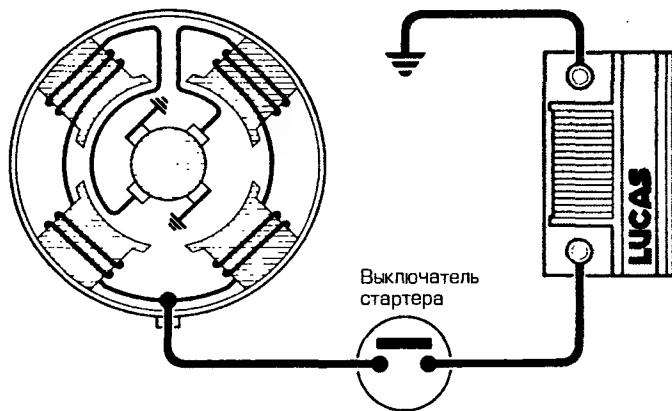


Рис. 4.6. Цепь стартера

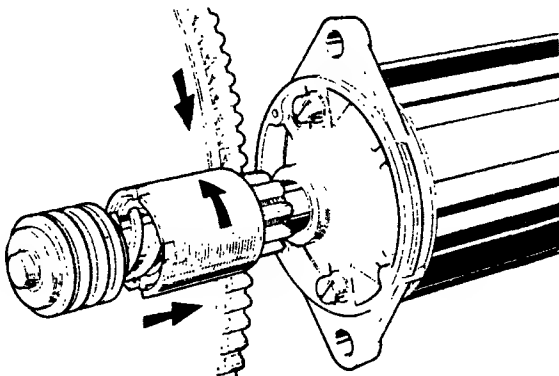


Рис. 4.7. Простая передача

Эта стадия начинается с момента, когда шестерня на валу стартера входит в зацепление с зубчатым венцом маховика (см. рис. 4.6, 4.7).

5 Классификация

1 Электродвигатели классифицируются по способу подключения обмотки возбуждения (см. рис. 4.8).

Наиболее распространенным видом электродвигателей являются двигатели с последовательным возбуждением.

Двигатели со смешанным возбуждением также часто используются для работы в тяжелых условиях.

Электродвигатели с параллельным возбуждением в автомобилях не используются, поэтому мы их здесь рассматривать не будем.

Наряду с двигателями, имеющими электромагнитное возбуждение, в эксплуатации есть и двигатели с возбуждением от постоянных магнитов, имеющие неплохие весовые показатели.

2 В электродвигателе с последовательным возбуждением обмотка возбуждения включена последовательно с обмоткой якоря. Это самый распространенный тип двигателя для легковых автомобилей. Как указывалось в разделе 3, такой двигатель дает высокий пусковой момент, падающий при повышении скорости вращения. Такая характеристика идеальна для преодоления большого сопротивления при старте с места коленчатого вала (см. рис. 4.9).

3 Двигатели с постоянным магнитом имеют мелкие габариты и просты по конструкции. Поскольку у них нет обмотки возбуждения, падение напряжения в них определяется только сопротивлением обмотки якоря. Для съема высокой мощности с вала такие двигатели могут иметь встроенную механическую передачу от якоря к выходному валу.

4 Двигатели со смешанным возбуждением используются в тех случаях, когда нужна большая мощность. Двигатели этого типа имеют как последовательную, так и параллельную обмотки, которые включаются в два этапа:

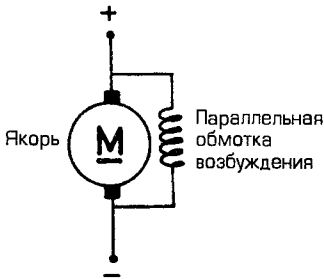
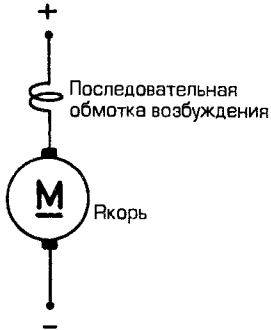
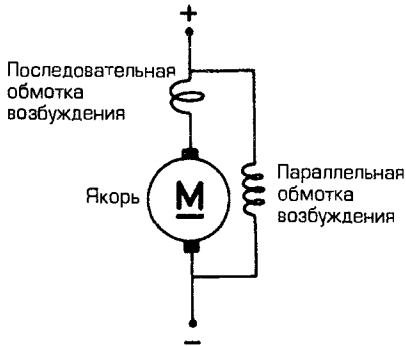
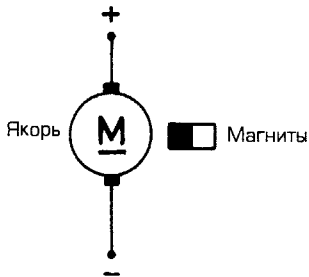
Двигатель с параллельным возбуждением	 Электродвигатель общего назначения. В качестве стартера не используется. Обмотке возбуждения имеет много витков и значительное сопротивление.
Двигатель с последовательным возбуждением	 Большой пусковой момент, идеален для проворачивания поршневого двигателя. Обмотка возбуждения имеет небольшое число витков из толстого провода или металлических полос с малым сопротивлением.
Двигатель со смешанным возбуждением	 Иногда используется для стартеров большой мощности. Включается в две стадии: 1 Параллельная обмотка включается последовательно с якорем для получения небольшого момента, необходимого для входа шестерни стартера в зацепление с маховиком двигателя. Последовательная обмотка отключена. 2 Включается, как показано на рисунке - полный ток якоря.
Двигатель с постоянным магнитом	 Используется в качестве стартеров благодаря достижениям в области постоянных магнитов, позволяющим создать эффективный электродвигатель с хорошими весовыми показателями.

Рис. 4.В. Классификация электродвигателей постоянного тока

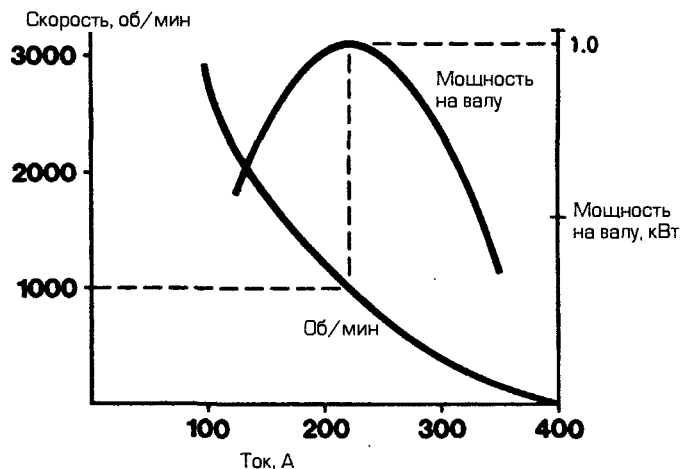
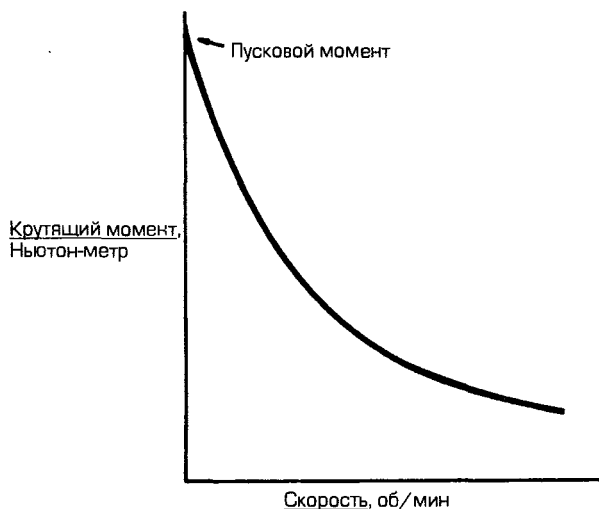


Рис. 4.9. Характеристики электродвигателя с последовательным возбуждением

- а) При включении двигателя сначала параллельная обмотка включается последовательно с якорем и выполняет роль балластного сопротивления. Благодаря этому, ток якоря ограничен и двигатель развивает небольшой момент, необходимый для плавного ввода в зацепление шестерни стартера.
- б) На втором этапе обмотки соответствуют своему названию: параллельная обмотка включается параллельно якорю, а последовательная - последовательно.

После запуска двигателя шестерня стартера выходит из зацепления с маховиком, и стартер отключается от источника питания. В это время вращающийся по инерции якорь начинает генерировать ток, который теряется в параллельной обмотке возбуждения. Благодаря этому якорь стартера быстро останавливается - эффект электротормоза.

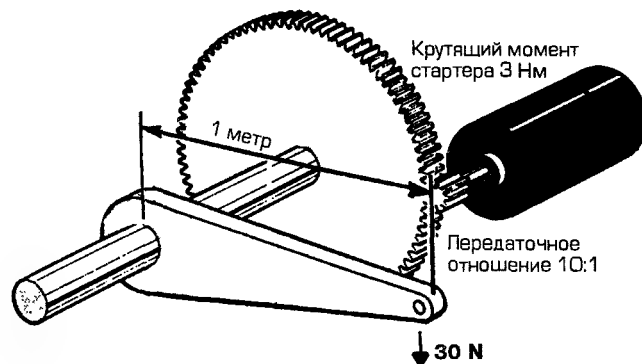


Рис. 4.10. Увеличение крутящего момента зубчатой передачей

6 Передаточное отношение от стартера к венцу маховика

1 На рис. 4.9 показана типичная характеристика стартера, из которой следует, что мощность электродвигателя достигает максимума при скорости вращения примерно 1000 об/мин. Если принять, что коленчатый вал при пуске должен вращаться со скоростью 100 об/мин, получаем, что передаточное отношение от вала стартера к коленчатому валу должно быть:

$$\frac{\text{Число зубьев маховика}}{\text{Число зубьев шестерни стартера}} = \frac{1000}{100}$$

или 10:1

Шестерня стартера имеет, положим, 9 зубьев, тогда венец маховика должен иметь 90 зубьев.

Передаточное отношение между стартером и коленчатым валом позволяет также увеличить крутящий момент, т.е. проворачивать двигатель стартером небольшого размера. На рис. 4.10 показано, как стартер с крутящим моментом 3 Нм создает на маховике момент 30 Нм. При передаточном отношении 10:1 крутящий момент увеличивается во столько же раз.

Повышение крутящего момента достигается за счет снижения скорости вращения коленчатого вала, которая в нашем примере будет в 10 раз ниже скорости стартера.

7 Электромагнит стартера

1 Если принять во внимание, что стартер при пуске потребляет большой ток, становится очевидным, что провода, соединяющие аккумулятор со стартером должны быть как можно толще и как можно короче. По этой причине питание на стартер обычно подается с помощью дистанционно управляемого электромагнитного выключателя. Катушка электромагнита (см. рис. 4.11) требует для своей работы небольшого тока, который может быть легко включен переключателем зажигания. При подаче тока на катушку управляющего электромагнита магнитное поле катушки втягивает железный сердечник, который замыкает мощные контакты, способные пропустить большой ток стартера.

2 Существуют два типа электромагнитных выключателя стартера (см. рис. 4.12).

- а) Отдельный электромагнит с пусковой кнопкой для ручного управления.
- б) Электромагнит, встроенный в конструкцию стартера, который сначала вводит в зацепление шестерню стартера с маховиком, а затем включает ток питания стартера. Этот тип

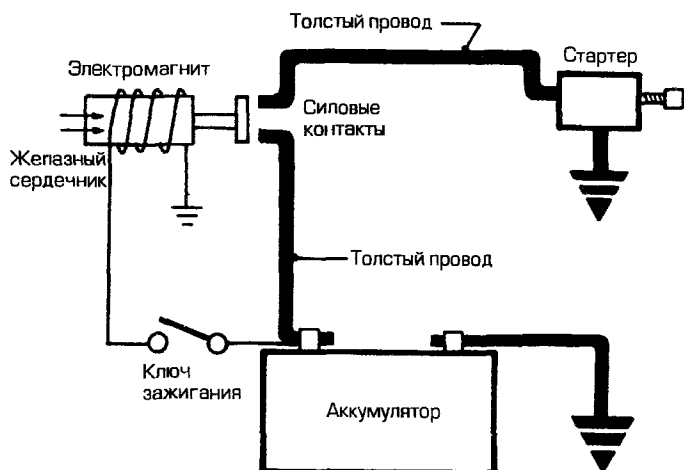


Рис. 4.11. Цепь включения стартера

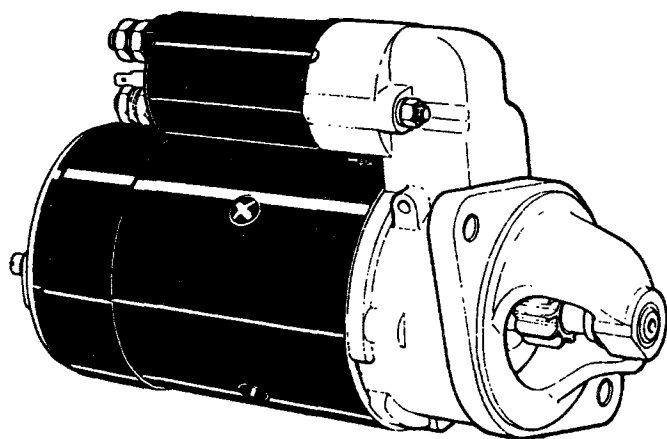


Рис. 4.13. Электромагнитный выключатель, установленный на стартере с предвключением

устройства называется стартером с предвключением (см. рис. 4.13).

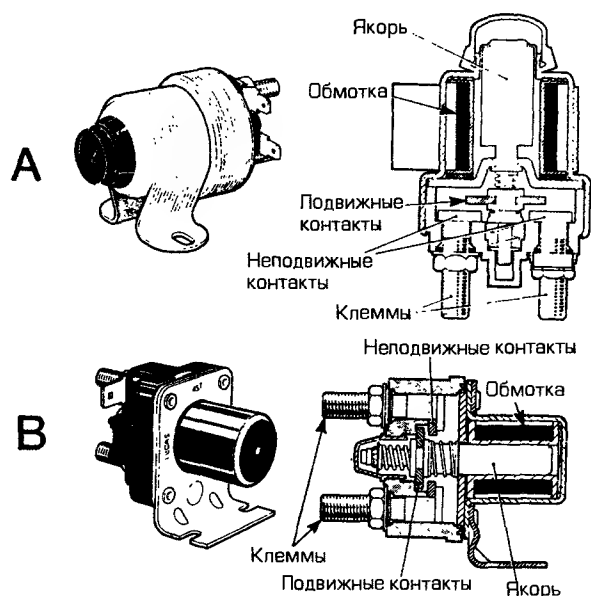
8 Работа электромагнитного выключателя

1 Электромагнит имеет две параллельные обмотки (см. рис. 4.14). При включении стартера тяговая обмотка создает сильное магнитное поле, втягивающее железный сердечник, который своими подвижными силовыми контактами соединяет стартер прямо с аккумулятором.

2 При замыкании контактов тяговая обмотке реле закорачивается. Вторая обмотка электромагнита остается под напряжением и играет роль удерживающей катушки, которая препятствует сердечнику разомкнуть силовые контакты.

3 Когда водитель отпускает ключ зажигания и тот выходит из положения "старт", подача напряжения на катушки электромагнита прерывается и сердечник под действием пружины возвращается в исходное положение, отключая стартер от аккумулятора. При возвращении сердечника он выводит шестерню стартера из зацепления с маховиком.

4 В автомобилях с автоматической трансмиссией электромагнит стартера имеет дополнение, препятствующее включению



А С управляющей кнопкой В Без управляющей кнопки

Рис. 4.12. Электромагнитные выключатели

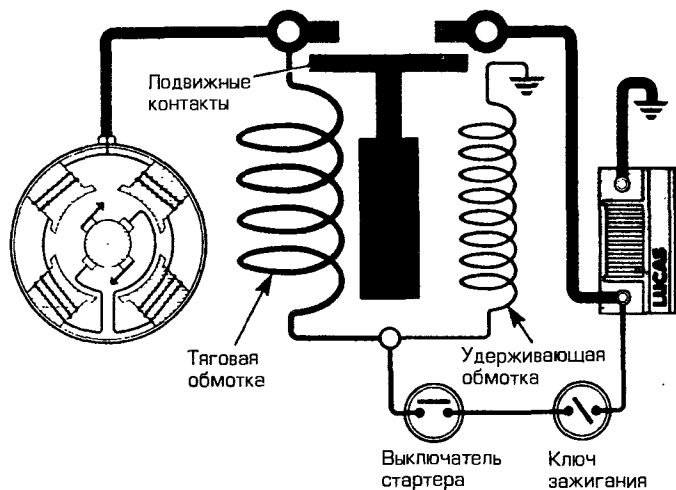


Рис. 4.14. Цепь включения стартера

стартера при включенной передаче. Это дополнение представляет собой выключатель блокировки стартера, который включен в цепь включения обмотки электромагнита и позволяет запустить стартер только тогда, когда селектор режимов работы трансмиссии находится в положениях Р (park - стоянка) или N (neutral - нейтрель).

5 Один из вариантов электромагнитного привода подает на стартер пониженную мощность, пока шестерня стартера не вошла еще в полное зацепление с маховиком. Это достигается тем, что внешне включается только одна обмотка возбуждения стартера из четырех. Такой способ включения предотвращает резкий удар шестерен, который может происходить при включении стартера сразу не полную мощность (см. рис. 4.15).

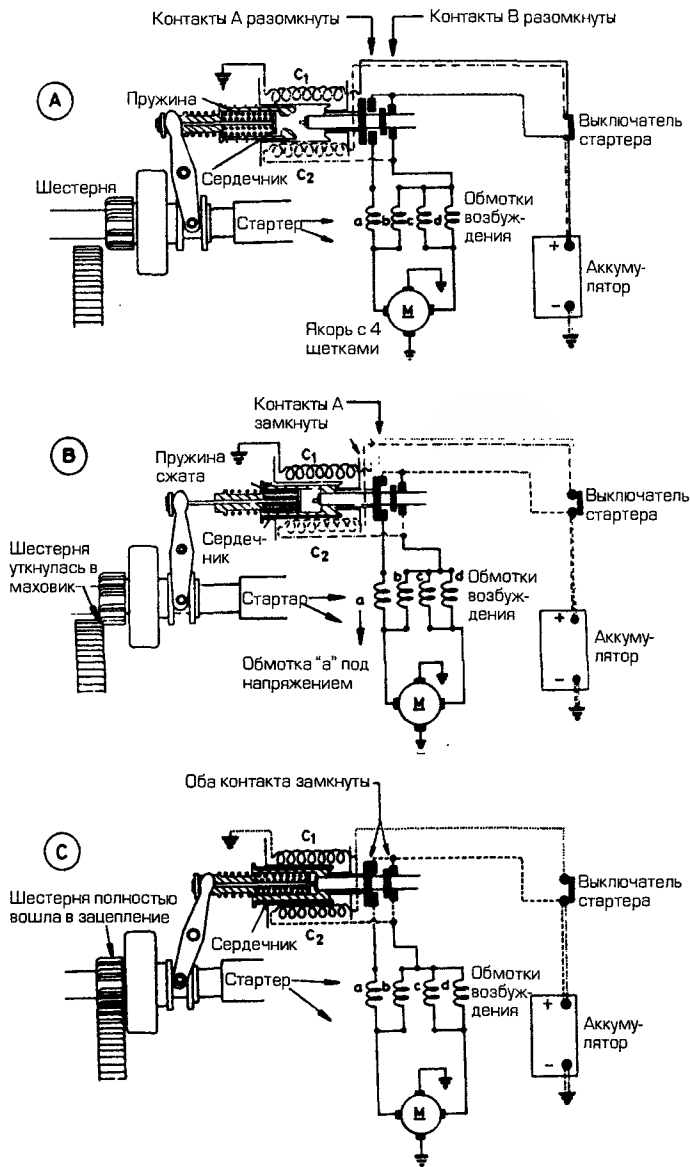


Рис. 4.15. Работа электромагнитного привода со ступенью пониженной мощности

9 Инерционный механизм стартера

1 Конiec вала стартера имеет пологую резьбу, не которую навинчена пусковая шестерня. При включении стартера его вал начинает вращаться, а шестерня по инерции остается в покое, поэтому шестерня как бы свинчивается с вала и входит в зацепление с маховиком. Пока стартер вращает двигатель, шестерня находится в зацеплении. Когда двигатель заведется, его скорость становится выше скорости стартера и шестерня снова навинчивается на вал, выходя из зацепления (см. рис. 4.16).

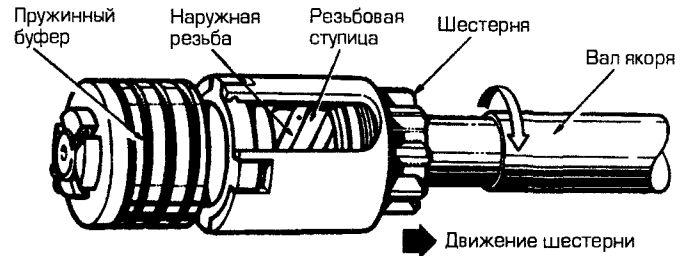


Рис. 4.16. Пример инерционной передачи

Скорость выхода шестерни из зацепления обычно очень велика, поскольку двигатель быстро набирает обороты, поэтому для смягчения удара на конец вала надета пружина.

2 В зависимости от назначения, в практике находят применение различные виды инерционных приводов. На рис. 4.17 показан один из таких видов. Подвижная шестерня установлена на резьбовой втулке, имеющей шлицевое соединение с валом стартера. Втулка может перемещаться вдоль вала, упираясь в пружину, смягчающую удары.

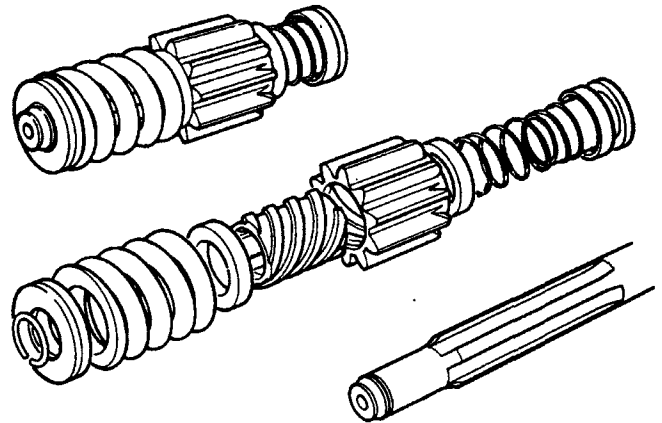
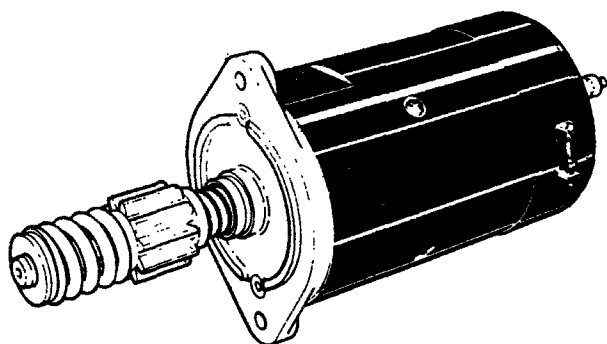


Рис. 4.17. Привод типа "S"

Движение шестерни в одну сторону ограничено пружиной и жестким упором. Движение в другую сторону ограничено упором в основную пружину.

Ограничительная пружина шестерни, надетая на вал стартера, предназначена для предотвращения случайного входа шестерни в зацепление с маховиком из-за вибраций, возникающих при работе двигателя.

Стартер M45G фирмы Lucas (см. рис. 4.18) имеет несколько иной тип инерционного привода, в котором шестерня для входа в зацепление движется по направлению К СТАРТЕРУ.



Диаметр: 114,3 мм

Приманение: мощные бензиновые двигатели

Пусковой момент: 27 Нм при токе 460 А

Число витков обмотки якоря: 37

Рис. 4.18. Стертер Lucas M45G

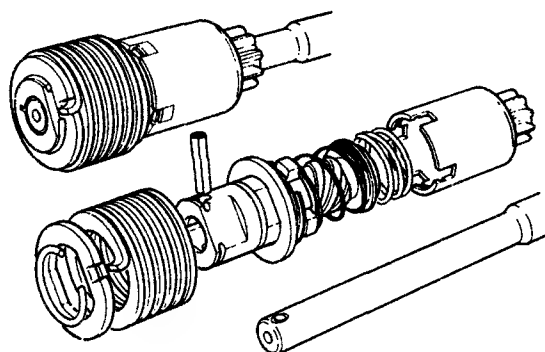


Рис. 4.19. Привод Lucas Eclipse

На рис. 4.19 показан привод Lucas Eclipse, подобный американскому варианту Bendix.

10 Осовой зезор между зубчатыми венцами

Шестерня стартера должна быть установлена относительно зубчатого венца маховика на минимальном расстоянии, чтобы быстро входить в зацепление. На рис. 4.20 показан осевой зазор между зубчатыми венцами шестерни и маховика, который для стартеров фирмы Лусаа составляет:

Тип приводе	Зезор
Eclipse	$1/8" \pm 1/32"$
Остальные	$7/32"$ номинал

2 Для проверки зазора необходимо выполнить два измерения:

- От рабочего торца шестерни до фланца стартера (размер А на рис. 4.20).
 - От рабочего торца маховика до фланца стартера (резмер В).
- Тогда: Зазор = А - В.

11 Стартеры с предверительным зецеплением

1 В стартерах этого типа шестерня входит в зацапление с маховиком до включения стартерного элактродвигателя.

После пуска двигателя шестерня не выходит из зацепления с маховиком до тех пор, пока водитель не разомкнет выключатель стартера. Этим снимается проблема расцепления зубьев при случайной единичной вспышке двигателя.

Более плавное и полное зацепление и расцепление зубьев позволяет уменьшить их износ и улучшить запуск.

Опасность разгона стартера двигателем в случае, если водитель немедленно не выключит стартер после запуска двигателя, предотвращена с помощью обгонной муфты, которая отсоединяет

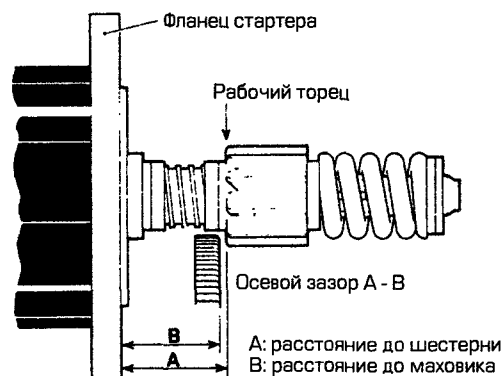


Рис. 4.20. Осовой зезор между зубчатыми венцами

шестерню стартера от его якоря. Разрез стартера с предварительным зацеплением показан на рис. 4.21.

Работа

2 Электромагнит имеет две обмотки: тяговую и удерживающую. Тяговая обмотка создает сильное магнитное поле, которое втягивает сердечник магнита. Вторая обмотка, изготовленная из тонкого провода, удерживает сердечник малым током, пока водитель не выключит стартер.

В конце своего хода сердечник должен замкнуть контакты, подающие напряжение аккумулятора на стартер.

3 При включении стартера ток от аккумулятора проходит через тяговую обмотку электромагнита и якорь стартера (см. рис. 4.14).

Шестерня вводится в зацепление с венцом маховика, замыкаются главные контакты, шунтирующие тяговую обмотку и подающие полный ток в якорь. Удерживающая обмотка не позволяет сердечнику вернуться в исходное положение.

Вращение якоря передается через обгонную муфту на шестерню и далее - на маховик двигателя.

4 Иногда зуб шестерни может упереться в зуб маховика. Тогда при своем дальнейшем движении сердечник сожмет буферную пружину и замкнет контакты. Якорь начнет вращаться и шестерня войдет в зацепление с венцом маховика. Буферная пружина поможет шестерне быстро занять свое рабочее положение.

Пружина со свободным ходом, расположенная на сердечнике (см. рис. 4.22), обеспечивает выход шестерни из зацепления только после размыкания контактов. Этим устраняется опасность разгона стартера, когда его вал остается без нагрузки.

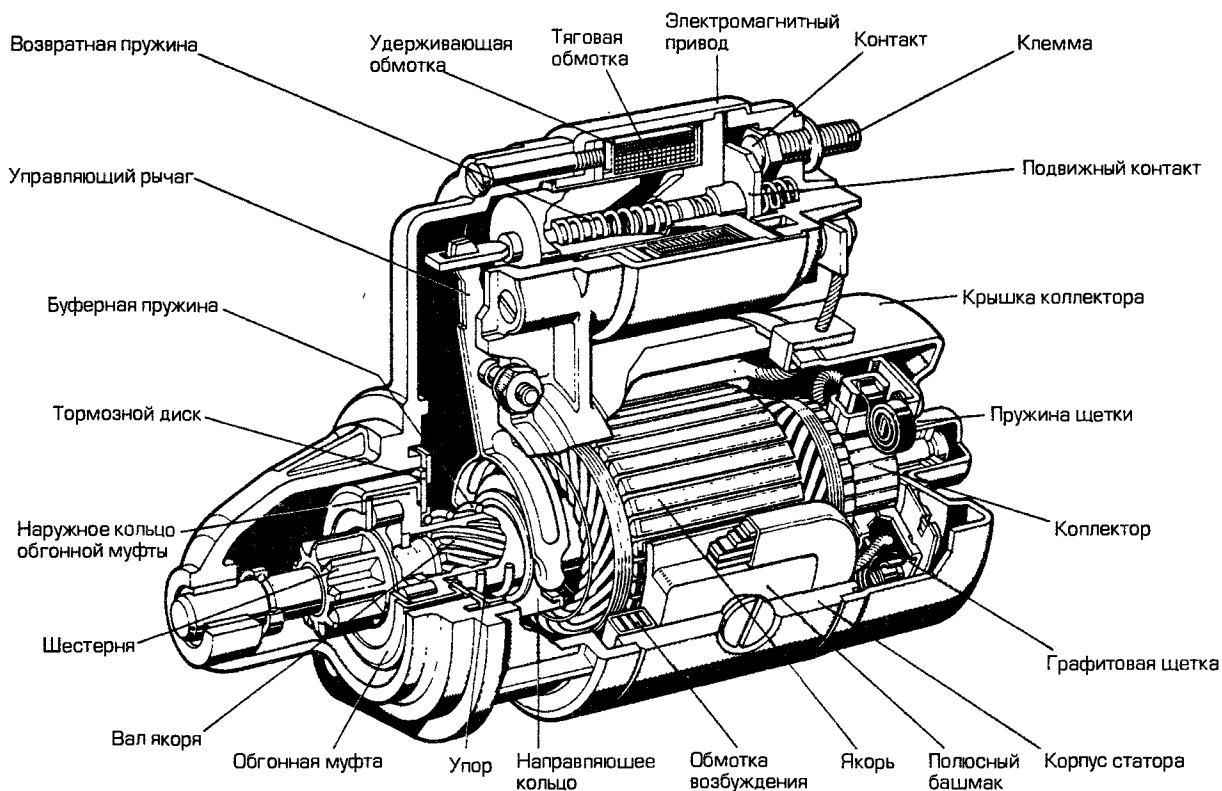


Рис. 4.21. Резрез стартера с прадваритальным зацеплением

5 После запуска двигателя скорость шестарни становится выше скорости якоря. В этом случае ролики обгонной муфты (см. рис. 4.23) прервут соединение вала якоря с шестерней и не позволят двигателю разгонять стартер.

Ролики поджаты пружинами в направлении вращения якоря и либо заклиниваются между ведущим и ведомым звеньями муфты, либо дают им свободно вращаться.

Иногда в стартерах устанавливают дисковую муфту, защищающую стартер от обратных вспышек двигателя. Эта же муфта защищает стартер от перегрузок и в прямом направлении вращения, если крутящий момент стартера в 2 - 3 раза превысит расчетное значение (см. рис. 4.24).

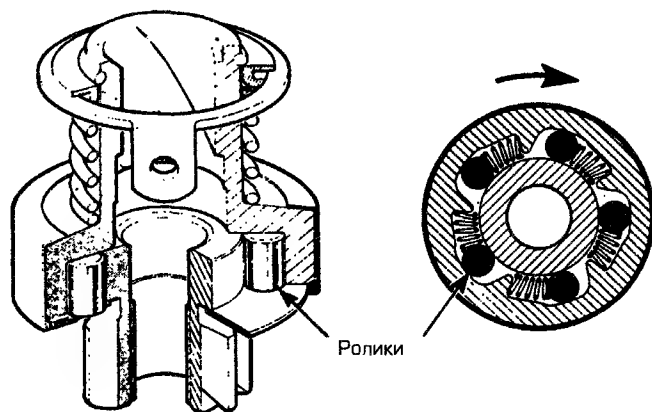


Рис. 4.23. Обгонная муфта

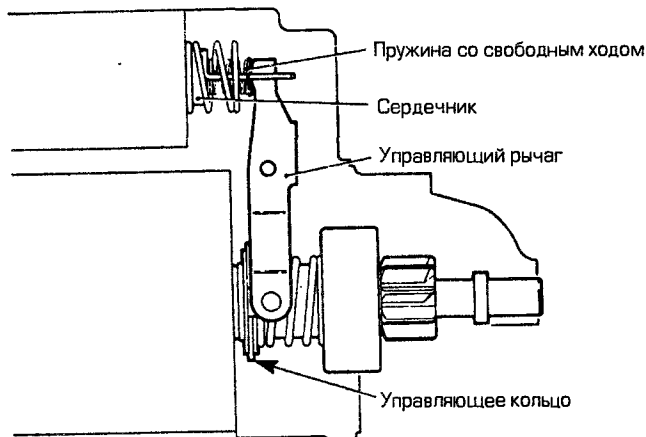


Рис. 4.22. Рычажный механизм стартера

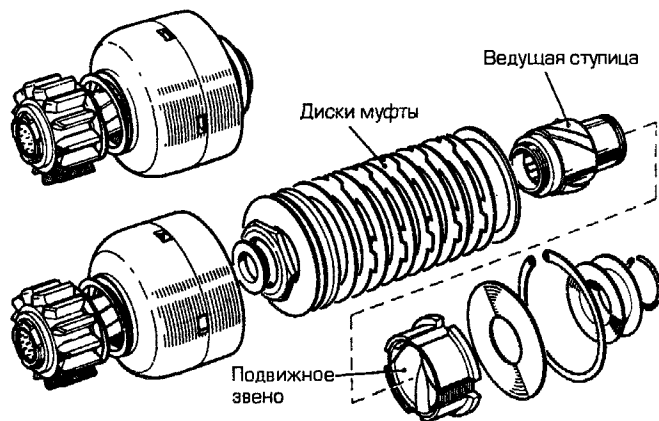


Рис. 4.24. Дисковая муфта

12 Устройство стартерного электродвигателя

1 Выше, на рис. 4.2, были показаны конструкции двух типов якорей.

На рис. 4.25 показаны конструкции обмоток возбуждения. Слева на рисунке (А) показаны обмотки обычной конструкции, соединенные между собой параллельно.

Справа (В) показана непрерывная обмотка, которая охватывает весь статор и не имеет внутренних соединений. Один конец такой обмотки заземлен на корпус стартера, а ко второму концу прикреплены две щетки, имеющие контакт с коллектором (в данном случае - с торцевым).

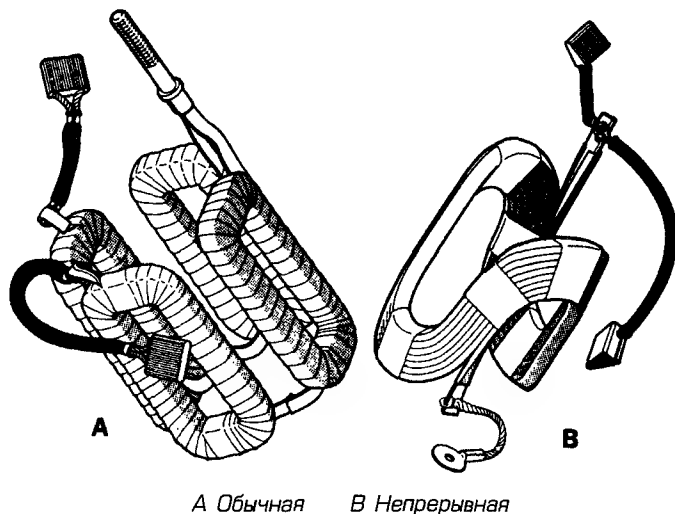


Рис. 4.25. Обмотки возбуждения

2 Щетки стартера расположены на кронштейне - щеткодержателе со стороны коллектора. На рис. 4.26 изображены щеткодержатели для коллекторов барабанного и торцевого типов. (А) 4-щеточный кронштейн для барабанного коллектора. Две щетки соединены с обмоткой возбуждения, две другие - заземлены.

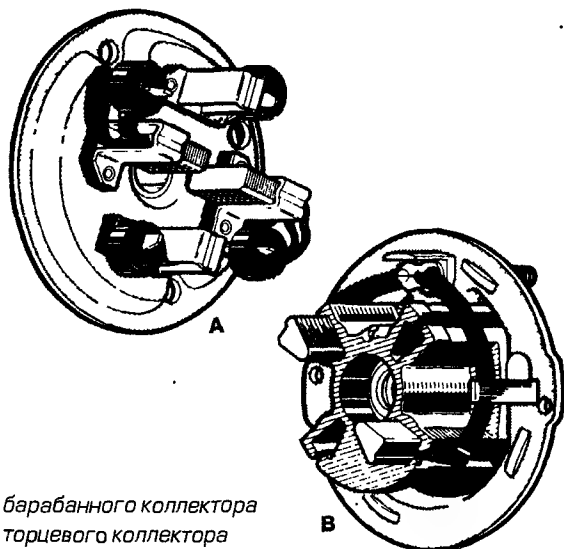


Рис. 4.26. Кронштейны - щеткодержатели

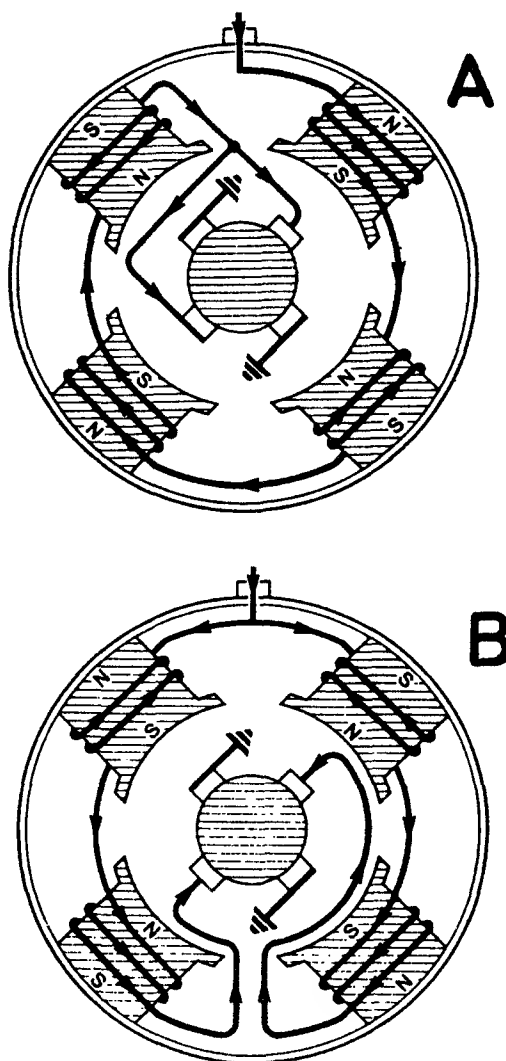


Рис. 4.27. Внутренние соединения стартерного электродвигателя

(В) Щеткодержатель для торцевого коллектора. Щетки имеют бакелитовое покрытие.

3 На рис. 4.27 показано внутренне соединение обмоток возбуждения - последовательное и последовательно - параллельное. Заметим, что речь идет только о соединении обмоток возбуждения между собой - в обоих случаях якорь соединен с обмотками возбуждения последовательно, т.е. стартер в любом случае остается двигателем с последовательным возбуждением.

4 Устройство современного стартерного электродвигателя с непрерывной обмоткой возбуждения и торцевым коллектором показано на рис. 4.28.

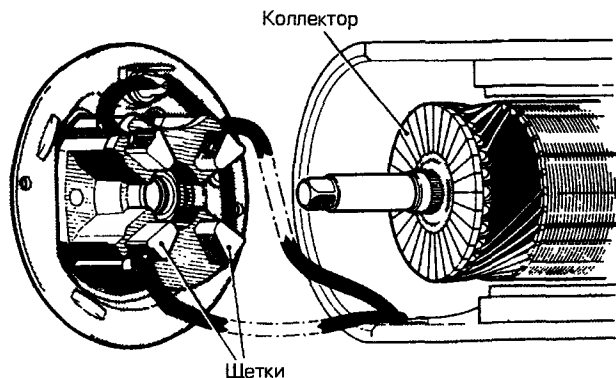
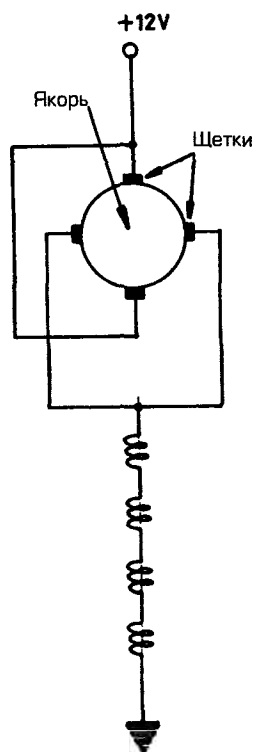


Рис. 4.28. Стартер с 4 непрерывными обмотками возбуждения и торцевым коллектором

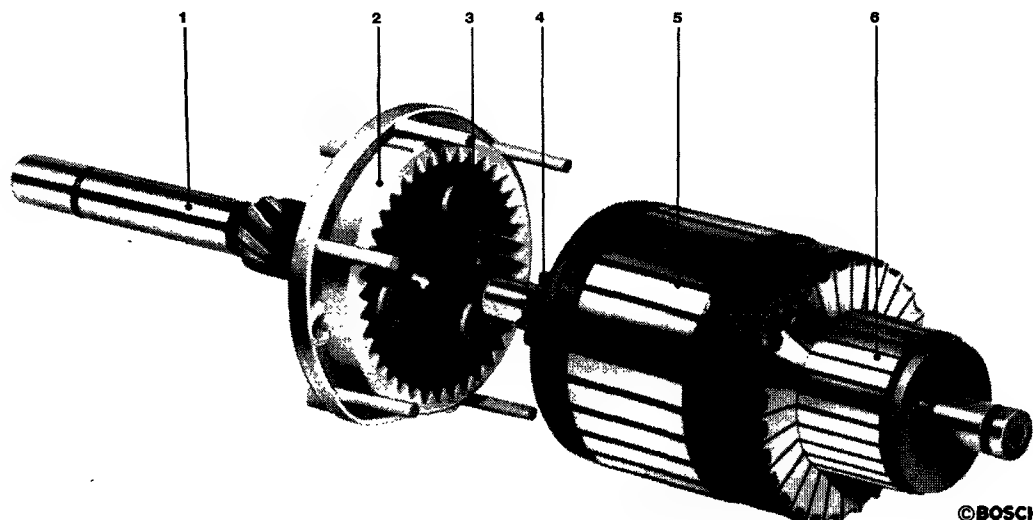
13 Стартер с постоянными магнитами и понижающей передачей

1 Работы в области совершенствования электродвигателей позволили создать простую и достаточно легкую конструкцию стартера с возбуждением постоянными магнитами и с понижающей передачей.

2 На рис. 4.29 показан якорь и понижающая передача стартера Bosh DW. Понижающая передача представляет собой планетар-

ный ряд, солнечная (центральная) шестерня которого закреплена на валу якоря, а выходная мощность снимается с водила, на осях которого установлены свободно вращающиеся сателлиты. Шестерни планетарной передачи с наружными зубьями изготовлены из стали, а эпициклическая шестерня (с внутренними зубьями) - полиамидного компаунда с минеральными добавками для повышения износостойкости.

Такой стартер на 40% легче стартера обычного исполнения и рассчитан на применение с двигателями объемом до 5 литров. На рис. 4.30 показан разрез стартера.



©BOSCH

1 Вал водила планетарной передачи с косыми шлицами

2 Эпицикл планетарной передачи
3 Сателлиты

4 Солнечная шестерня, закрепленная на валу

5 Якорь
6 Коллектор

Рис. 4.29. Стартерный электродвигатель с понижающей передачей

- 1 Крышка со стороны шестерни
- 2 Шестерня
- 3 Электромагнитный привод
- 4 Клемма
- 5 Крышка со стороны коллектора
- 6 Щеткодержатель с графитовыми щетками
- 7 Коллектор
- 8 Якорь
- 9 Постоянный магнит
- 10 Магнитопровод
- 11 Планетарная передача
- 12 Управляющий рычаг
- 13 Привод шестерни

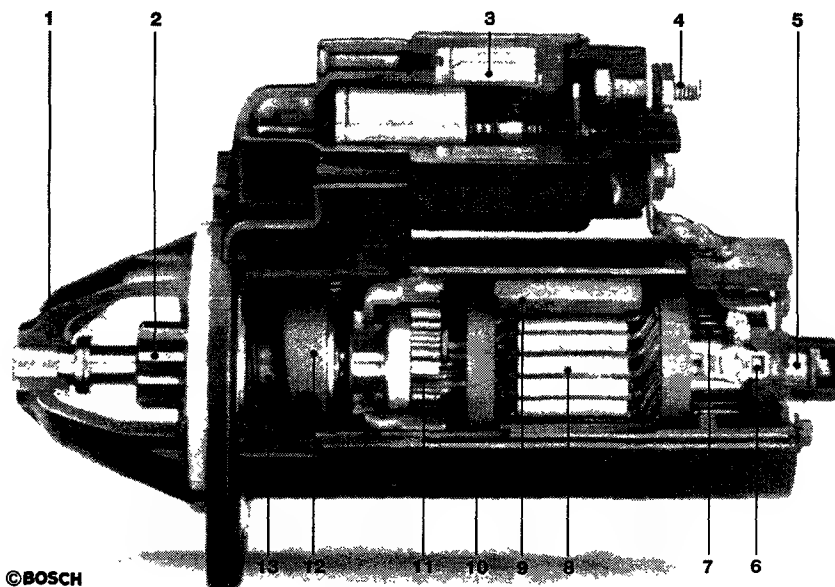


Рис. 4.30,а. Стартер Bosh DW с постоянными магнитами и понижающей передачей

14 Проверка

1 Если стартер работает не так, как хотелось бы, выполните несколько проверок, не снимая его с автомобиля.

2 Аккумулятор должен быть полностью заряжен. Проверьте выполнение этого условия, включив передние фары: их свет должен быть ярким. При необходимости, проверьте плотность электролита в аккумуляторе.

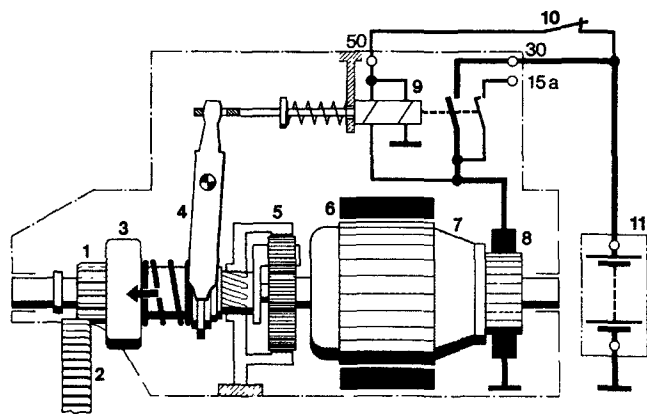
3 Проверьте надежность всех контактов, обратив особое внимание на наличие порошкообразных окислов на клеммах аккумулятора. Если при включении стартера слышен только щелчок реле и больше ничего, проверьте контакты аккумулятора. Проверьте также надежность крепления шин заземления на корпусе автомобиля и на двигателе.

4 Включите нейтраль в коробке передач и отсоедините центральный провод высокого напряжения от катушки зажигания. Попробуйте проворачивать стартером двигатель. При этом напряжение на клеммах аккумулятора должно быть порядка 10 В, а двигатель должен легко проворачиваться (при благоприятных температурных условиях). Медленное вращение двигателя означает неисправность аккумулятора, либо падение напряжения в проводах и соединениях, либо неисправность стартера.

5 Если стартер не вращает двигатель, послушайте, срабатывает ли электромагнитный привод включения стартера при повороте ключа "на старт".

6 Если стартер немного проворачивает двигатель, в случае стартера с инерционным приводом шестерни, проверьте напряжение на его главных клеммах. До включения стартера напряжение должно быть равно напряжению аккумулятора, т.е. около 12 В. В момент включения падение напряжения должно стать равным нулю или, во всяком случае, не больше 0,25 В. Наличие большего напряжения означает повышенное сопротивление в контактах. Такой электромагнит ремонту не подлежит - его надо заменить.

Замечание. На некоторых электромагнитах имеется специальная пусковая кнопка обычно закрытая резиновым колпачком. Этой кнопкой иногда можно пользоваться для запуска двигателя в



- | | |
|------------------------|--|
| 1 Шестерня | 8 Коллектор с графитовыми щетками |
| 2 Венец маховика | 9 Электромагнитный привод тяговой и удерживающей обмотками |
| 3 Обгонная муфта | 10 Ключ стартера |
| 4 Управляющий рычаг | 11 Аккумулятор |
| 5 Планетарная передача | |
| 6 Постоянный магнит | |
| 7 Якорь | |

Рис. 4.30,б. Схема стартера Bosh DW с постоянными магнитами и понижающей передачей

аварийных ситуациях, чтобы доехать до дома, а также при обслуживании автомобиля в зоне моторного отделения, чтобы не забираться каждый раз в салон.

7 Если стартер не вращается, хотя фары ярко горят и электромагнит срабатывает, значит неисправен электродвигатель стартера и его нужно заменить (см. параграф 15).

8 Если стартер не вращается, а фары при этом горят тусклым светом, то причинами могут быть разряд аккумулятора, заклинивание шестерни стартера или самого двигателя.

9 Если стартер вращается, но шестерня не входит в зацепление с маховиком, причиной может быть залипание шестерни на валу стартера (привод инерционного типа) или неисправность

электромагнита или обгонной муфты (привод с предварительным зацеплением]. Другой причиной может быть разряженный аккумулятор, что может быть следствием неисправности системы зарядки.

10 Если стартер вращается, запускает двигатель, но не сцепляется с ним, когда двигатель начинает работать, это вызывает значительный шум со стороны стартера. Причиной может быть залипание шестерни или заклинивание управляющего рычага (в случае стартера с предварительным зацеплением).

11 Если после нормального запуска двигателя во время его работы со стороны стартера слышен металлический стук или звон, это может быть сломанная упорная пружина (привод инерционного типа).

12 Если после нормального запуска двигателя при выходе шестерни из зацепления слышен металлический звон или треск, то причиной может быть сломанная буферная пружина или повреждение вала.

13 Дребезжание сердечника электромагнита может возникать из-за обрыва цепи питания удерживающей обмотки. Другой причиной может быть низкое напряжение аккумулятора - при большой нагрузке со стороны стартера падение напряжения может стать настолько значительным, что оно не в состоянии удержать электромагнит включенным.

15 Поиск и устранение неисправностей

Заземление стартера

1 Иногда шестерня стартера может остаться в зацеплении с венцом маховика. Это может быть симптомом изношенности зубьев как того, так и другого. Если такое случилось, потолкайте машину взад-вперед на 3-й передаче при выключенном зажигании. Обычно этого хватает для того, чтобы шестерня вернулась на место. Как вариант, попробуйте пошевелить конец вала стартера ключом за квадратный конец (если таковой имеется).

Замечание. На некоторых стартерах нет квадратного конца вала. В таком случае ослабьте стяжные болты корпуса стартера и попытайтесь подвигать взад-вперед его якорь. Если это не помогает, снимите стартер и осмотрите шестерню и венец маховика на наличие износа и повреждений.

Симптомы заземления стартера: двигатель не проворачивается, а свет фар становится тусклым. Примите во внимание, что такие же симптомы дает плохой контакт на клеммах аккумулятора.

Щетки

2 При снятии стартера с машины, прежде всего отключите аккумулятор. Снимите крышку со стороны щеток и вытащите их из щеткодержателя. Измерьте высоту щеток и, если она меньше 8 мм, замените их.

Привод шестерни

3 Следующим надо проверить инерционный привод. Жесткость пружины должна быть такой, чтобы ее невозможно было повернуть на валу усилием руки. Если у Вас возникли какие-то сомнения в отношении пружины, замените ее. Грязь в приводе уваличивает вероятность залипания, в результате чего шестерня будет плохо входить или вообще не будет входить в зацепление.

4 Промойте передачу бензином или метиловым спиртом со щеткой, пока его детали не станут легко перемещаться. Обратите

внимание на смазку. Вал необходимо слегка смазать жидким маслом, однако косые шлицы на нем должны быть сухими и чистыми. Хороший результат дает натирание рабочих поверхностей свинцом. Жидкая или консистентная смазка будет собирать дорожную пыль, что в конце концов вызовет отказ.

Подшипники

5 Износ подшипников приводит к появлению радиального люфта вала якоря. Для замены подшипников необходимо извлечь якорь и выбить старые втулки. Для замены можно приобрести графитовые или бронзовые втулки, которые перед установкой надо окунуть в моторное масло.

Проверка электрических цепей

6 Обмотки статора и якоря соединены последовательно. Ток на стартер подается через главную клемму, затем он проходит по обмоткам возбуждения, затем через щетки и коллектор попадает в якорь и, пройдя по обмоткам якоря, уходит на массу через вторую пару щеток коллектора.

7 Обмотки возбуждения выполнены из алюминиевой или медной полосы. Проверьте их изоляцию относительно корпуса статора. Затем вытащите щетки из щеткодержателя и проверьте с помощью омметра сопротивление между главной клеммой и корпусом стартера. Сопротивление должно быть бесконечным или, по крайней мере, очень большим. Вместо омметра можно воспользоваться контрольной лампочкой с батареей - в этом случае лампочка гореть не должна.

Замечание. В стартерах фирмы Lucas с торцевым коллектором один конец обмотки возбуждения заземлен, что необходимо учитывать при проверке.

8 Если проверка выявила обрыв обмотки возбуждения, то надо снять полюсные башмаки вместе с обмотками. Поскольку винты башмаков обычно затянуты очень туго, придется воспользоваться ударной отверткой. Неисправность обычно легко определяется по обгоревшей изоляции. В некоторых случаях удается отремонтировать обмотку, заменив поврежденную полосу. После этого надо обмотать катушку лентой и покрыть ее шеллаком.

Коллектор

9 Тщательно осмотрите ламели коллектора. Наличие капель припоя на поверхностях якоря говорит о том, что якорь был перегрет. Можно аккуратно восстановить припайку обмоток якоря к ламелям коллектора, следя за тем, чтобы не закоротить припоем соседние ламели.

10 Мелкие дефекты коллектора барабанного типа можно устранить тонкой наждачной бумагой, более значительные повреждения можно попытаться устранить проточкой на токарном станке. Коллектор торцевого типа можно только промыть метиловым спиртом - никакой наждачной бумаги.

Якорь

11 Повреждение якоря может наступить из-за превышения скорости его вращения. Это может произойти из-за неисправности механизма привода шестерни, или если водитель слишком долго оставлял стартер включенным. Самоо серьезное повреждение такого рода - выход обмоток из своих пазов под действием центробежных сил. Ремонт в таком случае вряд ли возможен и якорь придется заменить.

12 Точно так же не подлежит ремонту и якорь, в котором обнаружено нарушение изоляции между обмотками и железом.

13 Короткое замыкание витков обмотки якоря можно обнаружить с помощью специального прибора - "гроулера" (см. рис. 4.31). Если положить якорь на V-образную подставку прибора и включить его, прибор начнет генерировать переменное магнитное поле. Витки обмотки якоря начнут работать как вторичные обмотки трансформатор, причем большой вторичный ток возникнет в короткозамкнутой обмотке. Ее можно обнаружить, если положить поверх якоря какую-нибудь стальную полосу, например, ножовочное полотно, которое в месте короткого замыкания начнет сильно вибрировать. Причиной замыкания может быть наволакивание металла или угольная пыль от щеток, поэтому можно попытаться промыть и почистить место замыкания. Если это не помогает, придется якорь заменить.

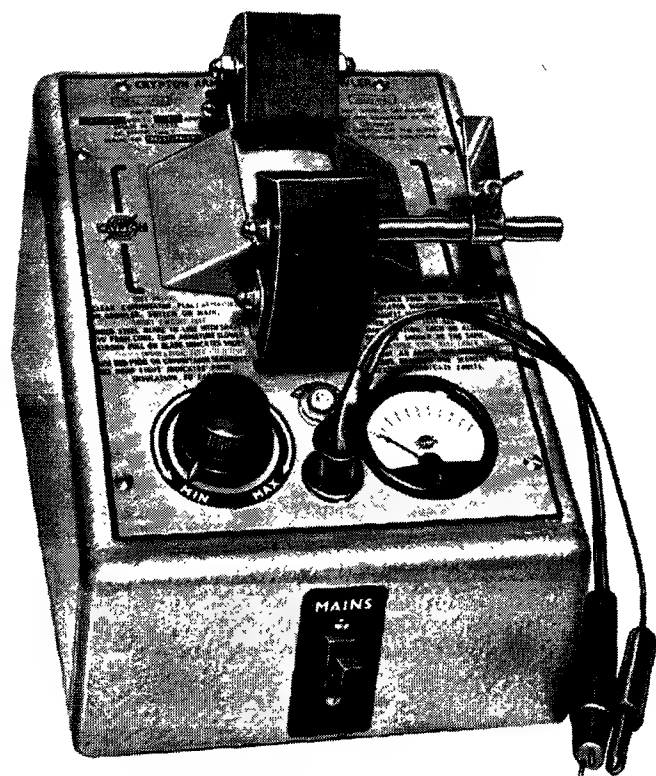


Рис. 4.31. Гроулер (прибор для обнаружения короткозамкнутых витков якоря)

14 Если у Вас нет гроулера, то определить место короткого замыкания в обмотках якоря очень трудно из-за малого их сопротивления. Конечно, иногда место неисправности можно обнаружить простым осмотром, но если очевидных повреждений нет, то измерение сопротивления между ламелями коллектора потребует очень чувствительного омметра.

15 Более реально обнаружить короткозамкнутые витки якоря можно, пропуская через него ток силой порядка 10 Ампер. Подведите ток к щеткам якоря и с помощью чувствительного вольтметра измерьте падение напряжения на соответствующей паре ламелей. Различие измеренных значений напряжения на разных парах ламелей покажет положение короткозамкнутого витка.

16 Проверить изоляцию между витками обмоток и железом якоря можно с помощью 6-ваттной контрольной лампочки, соединенной последовательно с 12-вольтовой батареей или с помощью тестера в режиме омметра (см. рис. 4.32). Между ламелями коллектора и якорем должно быть очень большое сопротивление, поэтому тестер должен показывать значение, близкое к бесконечности, а лампочка не должна гореть.

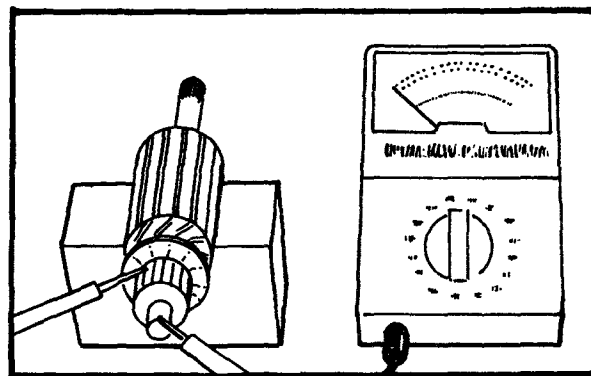


Рис. 4.32. Проверка сопротивления изоляции между коллектором и валом

Глава 5 Аккумуляторные батареи

Содержание

Вторичные батареи	1
Конструкция	2
Заряд и разряд	3
Емкость аккумулятора	4
Ток заряда	5
Заправка аккумулятора электролитом	6
Холостое напряжение аккумулятора	7
Внутреннее сопротивление	8
Выбор аккумулятора	9
Температурные эффекты - замерзание аккумулятора	10

Аккумуляторы с датчиком уровня электролита	11
Сухозаряженный аккумулятор	12
Саморазряд	13
Сульфатация	14
Клеммные соединения аккумулятора	15
Проверка аккумулятора	16
Обслуживание аккумулятора	17
Редкообслуживаемые аккумуляторы	18
Аккумуляторы, не требующие обслуживания	19

1 Вторичные батареи

1 Первичные батареи - это заменяемые источники питания электротехнических устройств с малым потреблением электроэнергии, таких как карманный фонарик или портативный радиоприемник. Такие источники в автомобилях не применяются и в этой книге не рассматриваются. Вторичные батареи, к которым относятся и автомобильные аккумуляторы, наоборот, находят в автомобилях самое широкое применение. Их принципиальное отличие от первичных источников - возможность заряда, т.е. восполнение истраченной энергии.

2 Почти на всех автомобилях используются свинцово - кислотные аккумуляторные батареи (аккумуляторы), хотя в некоторых случаях можно встретить и щелочные. Здесь будут рассмотрены исключительно аккумуляторы первого типа.

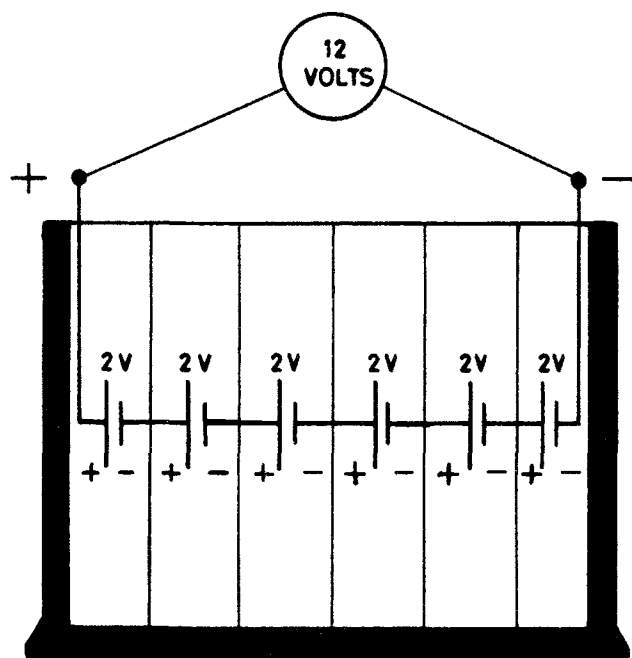


Рис. 5.1. Последовательно соединенные секции аккумулятора

Electrical systems

3 Аккумулятор состоит из нескольких секций ("банок"), обычно соединенных последовательно так, что напряжение на выходных клеммах батареи равно сумме напряжений отдельных ячеек. Например, обычный 12-вольтовый автомобильный аккумулятор состоит из шести 2-вольтовых секций (см. рис. 5.1).

4 Практически напряжение аккумулятора не равно точно 12 В. Полностью заряженный аккумулятор без нагрузки может иметь напряжение до 14.5 В, тогда как в полностью разряженном аккумуляторе напряжение может упасть до 10.8 В.

5 Свинцово-кислотный аккумулятор имеет следующие особенности:

- После израсходования энергии его можно зарядить.
- Он имеет мало внутреннее сопротивление, что позволяет ему выдавать большой ток для привода стартера без значительного падения напряжения на клеммах.
- Жидкий электролит аккумулятора представляет собой разбавленную серную кислоту, которая представляет опасность для глаз, кожи, одежды, а также для металлических поверхностей автомобиля (при выплескивании кислоты быстро смойте ее большим количеством воды).
- Во время заряда электролит выделяет кислород и водород. Смесь этих газов взрывоопасна, поэтому необходимо принять меры к предотвращению искр и открытого пламени в зоне аккумулятора.
- В процессе эксплуатации аккумулятора из него испаряется вода (за исключением некоторых аккумуляторов, не требующих обслуживания, см. ниже). Поэтому в аккумулятор необходимо периодически доливать дистиллированную или деминерализованную воду (вода из-под крана не годится!).

6 Для активной химической реакции, в результате которой выделяется энергия, необходимы два разнородных проводника - электрода, опущенные в электропроводящую жидкость - электролит. В автомобильных аккумуляторах в качестве проводников установлены решетчатые пластины из сплава свинца с сурьмой, по несколько штук на секцию. Ячейки пластин заполнены массой, состоящей, в основном, из окиси свинца. После обработки окись свинца на положительных пластинах превращается в перекись свинца (шоколадного цвета), а на отрицательных пластинах - в чистый свинец (серого цвета).

7 В заряженном аккумуляторе активная масса пластин почти полностью состоит из перекиси свинца и чистого свинца, т.е. из разных материалов. В процессе разряда заполнители пластин реагируют с электролитом и превращаются в серноокислый свинец.

8 Электроды отделены друг от друга химически инертными пластинами - сепараторами. Раньше их делали из дерева или пористой резины. В настоящее время для их изготовления применяются материалы на основе бумаги, а иногда - на основе пластмассы (ПВХ) с сеткой из стекловолокна (см. рис. 5.2).

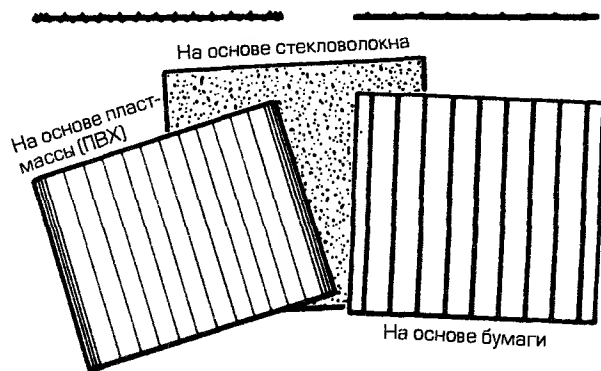


Рис. 5.2. Сепараторы

9 Сепараторы должны быть достаточно прочными, поскольку пластины аккумулятора при интенсивном разряде могут скручиваться и изгибаться. Вместе с тем, они должны иметь пористую структуру, чтобы обеспечить свободный доступ электролита к электродам. Слишком мелкие поры увеличат внутреннее сопротивление аккумулятора и вызовут большое падение напряжения на его клеммах.

10 Корпуса аккумуляторов раньше делали из карболита, теперь их предпочитают делать из полипропилена, легкого и прочного материала, который к тому же прозрачен и сквозь него удобно наблюдать за уровнем электролита (см. рис. 5.3).

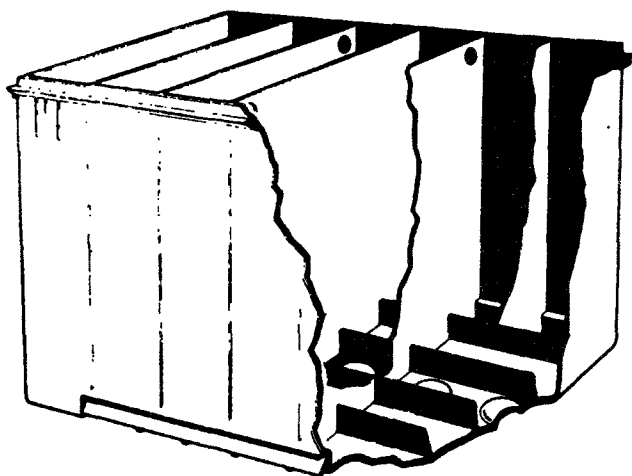


Рис. 5.3. Корпус аккумулятора из полипропилена

2 Конструкция

1 Решетки пластин аккумулятора (см. рис. 5.4) выполняют две функции:

- удерживают активную массу;
- отводят от нее или подводят к ней ток.

Положительные пластины обычно толще отрицательных. В стандартном автомобильном аккумуляторе положительные пластины имеют толщину 1.52 мм, а отрицательные - 1.4 мм, тогда как особо мощные аккумуляторы могут иметь пластины толщиной до 6.35 мм.

Раньше обычно в секции аккумулятора отрицательных пластин было на одну больше, чем положительных. Теперь тенденция изменилась и на единицу больше стало положительных пластин, поскольку при этом аккумулятор такого же размера может дать больший ток. На рис. 5.5 показана сборка пластин в группы (здесь

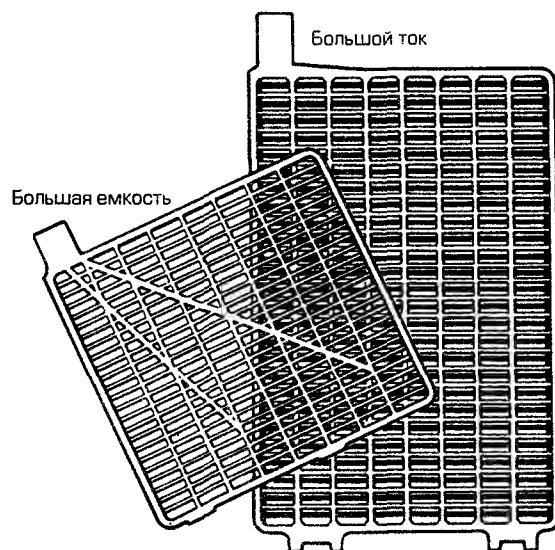


Рис. 5.4. Пластины аккумулятора (не заполненные)

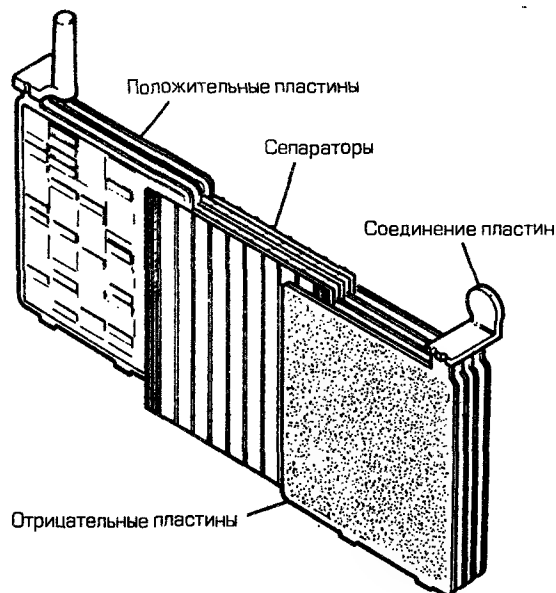


Рис. 5.5. Сборка пластин в группы

отрицательных пластин на одну больше, но принцип сборки остается тем же).

Решетки пластин отлиты из свинца, но для повышения их прочности в состав добавлена сурьма или кальций (в аккумуляторах, не требующих обслуживания). Без этих добавок отливка решеток сильно усложняется.

2 Активный материал электродов представляет собой массу, изготовленную из окиси свинца, воды и серной кислоты. Кислота

реагирует с окисью свинца и образует сульфат свинца, который цементирует массу и делает ее более прочной.

Как положительные, так и отрицательные пластины изготовлены из одного базового материала, но в состав отрицательных пластин добавляются также сульфат бария, графит и лигнин.

Эти добавки предотвращают затвердевание свинца при низких значениях температуры, которое могло бы понизить емкость аккумулятора.

После заполнения пластин активной массой они помещаются в слабый раствор серной кислоты и через них пропускается ток для "формирования" массы.

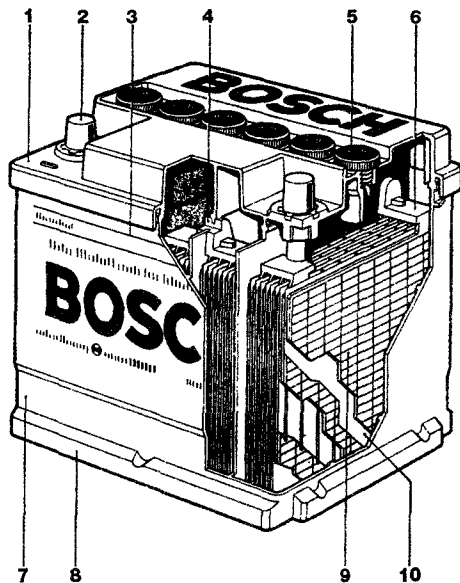
Затем пластины высушиваются и при контакте с кислородом воздуха часть заряда теряется. Аккумуляторы, изготовленные таким образом, называются "сухоразряженными". Перед началом их эксплуатации они требуют заряда.

Для изготовления "сухозаряженных" аккумуляторов пластины высушиваются перегретым паром без контакта с воздухом.

3 Затем пластины собираются в группы + - + - и т.д. с прокладкой сепараторов между ними. Ребра сепараторов обычно обращены в сторону положительных пластин, чтобы обеспечить на них наибольшую концентрацию кислоты.

Обычно число пластин в каждой секции аккумулятора не меньше шести. Аккумуляторы более высокого качества имеют большее число пластин для уменьшения внутреннего сопротивления и увеличения емкости.

4 Секции внутри аккумулятора соединены межсекционными шинами, которые проходят сквозь разделительные перегородки. Это хорошо видно на рис. 5.6, где изображена конструкция аккумулятора Bosch.



BOSCH

- | | |
|----------------------------|--|
| 1 Крышка | 7 Корпус |
| 2 Клемма | 8 Днище |
| 3 Метка уровня электролита | 9 Положительные и отрицательные пластины |
| 4 Межсекционная шина | 10 Пластмассовые сепараторы |
| 5 Пробка | |
| 6 Соединение пластин | |

Рис. 5.6. Устройство аккумулятора Bosch

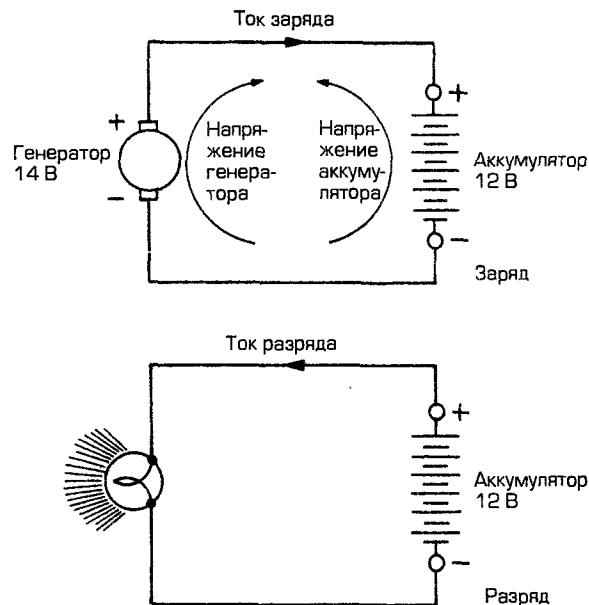


Рис. 5.7. Заряд и разряд аккумулятора

3 Заряд и разряд

1 При заряде аккумулятора ток пропускается через него в направлении, противоположном рабочему, подобно тому, как заполняется бак через заливную горловину (см. рис. 5.7). Аккумулятор дает постоянный ток, поэтому и заряжать его надо постоянным током. Ясно, что если, например, аккумулятор имеет номинальное напряжение 12 В, то, чтобы заставить ток в нем течь в обратном направлении, надо приложить к нему большее напряжение, примерно между 14 и 16 В в зависимости от требуемого зарядного тока и внутреннего сопротивления аккумулятора.

2 Если заглянуть внутрь заряжаемого аккумулятора (см. рис. 5.8), мы увидим, что ток от генератора расщепляет электролит и кислород электролита движется к положительной пластине и образует на нем перекись свинца. Обе пластины отдают сульфат, который снова образует кислоту, а отрицательная пластина становится чистой свинцом.

3 Таким образом под воздействием химических реакций пластины меняют свое состояние, а концентрация кислоты в электролите повышается, т.е. по мере заряда повышается его удельный вес.

4 При разряде ток опять расщепляет кислоту. Сульфат химически соединяется с материалом пластин и образует на них сульфат свинца. Таким образом, пластины становятся одинаковыми по своему химическому составу.

Кроме того, кислород вытесняется из положительной пластины и возвращается в электролит, где образует воду. Таким образом

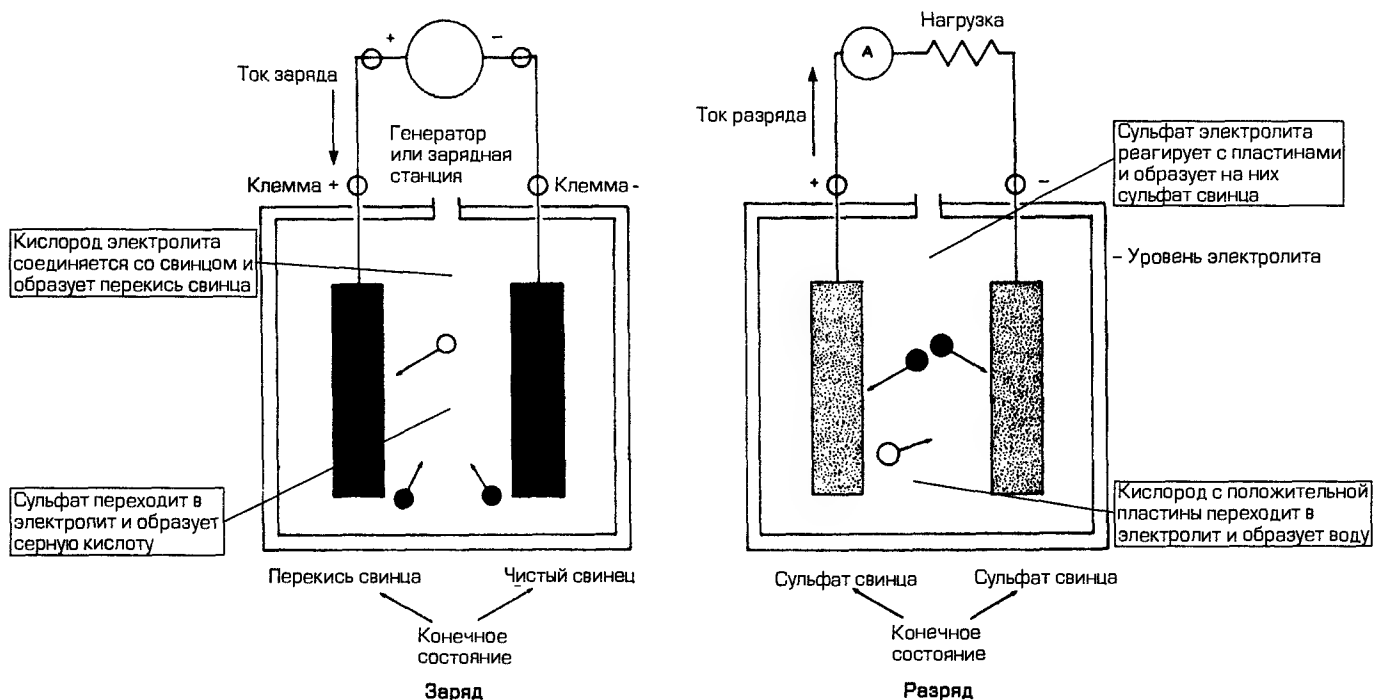


Рис. 5.8. Заряд и разряд в свинцово - кислотном аккумуляторе

концентрация кислоты в электролите снижается, а вместе с ней снижается и удельный вес электролита.

5 Из вышесказанного следует, что о степени заряженности аккумулятора можно судить по удельному весу электролита, который можно измерить с помощью ареометра.

6 На рис. 5.9. показан ареометр, представляющий собой поплавок, помещенный в стеклянный сосуд. Некопечник сосуда опускают в секцию аккумулятора и набирают в него жидкость так, чтобы поплавок всплыл. Значение удельного веса считывается по шкале поправки на уровне жидкости.

7 При измерении удельного веса электролита приходится вводить температурную поправку, поскольку жидкость при повышении температуры расширяется и ее удельный вес уменьшается.

Ареометр проградуирован для стандартной температуры + 15°C. Если электролит имеет другую температуру, то показания ареометра должны быть скорректированы.

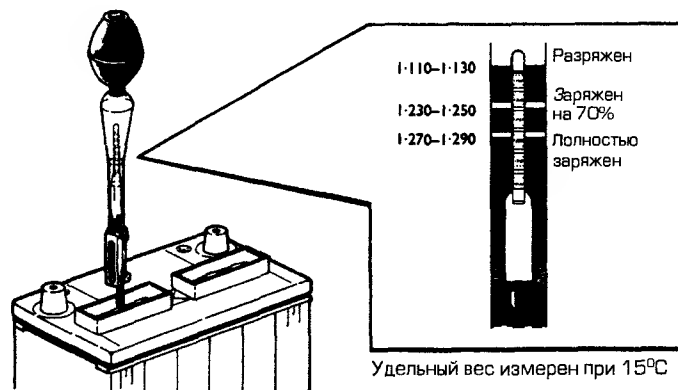


Рис. 5.9. Применения ареометра

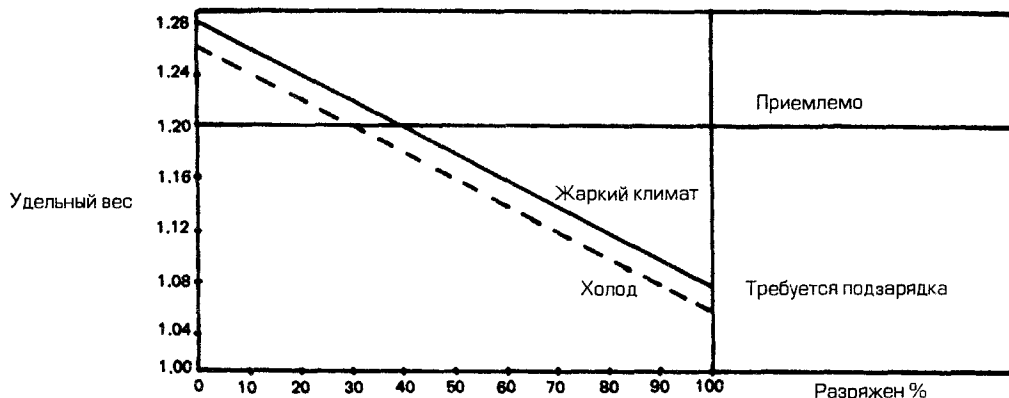


Рис. 5.10. Зависимость удельного веса электролита от степени заряженности аккумулятора

Правило введения поправки таково:

Удельный вес электролита падает на 0.007 на каждые 10°C сверх +15°C.

Удельный вес электролита возрастет на 0.007 на каждые 10°C ниже +15°C.

Так, например, если при температуре +25°C измеренный удельный вес электролита оказался равным 1.22, тогда:

$$\text{удельный вес при } +15^\circ\text{C} = 1.22 + (1 \times 0.007) = 1.227$$

8 Для районов, где температура воздуха обычно не превышает +25°C, удельный вес электролита для различных состояний аккумулятора будет:

Состояние	Удельный вес
Заливаемый электролит	1.260
Полностью заряженный	1.270 ... 1.290
Заряженный на 70%	1.230 ... 1.250
Полностью разряженный	1.110 ... 1.130

На рис. 5.10 показана зависимость удельного веса электролита от степени заряженности аккумулятора (в предположении, что аккумулятор почти новый и в хорошем состоянии).

9 В системе СИ вместо удельного веса измеряется плотность электролита в граммах на кубический метр (г/м^3) при 25°C. Ареометр, проградуированный в этих единицах, ничем не отличается от ранее описанного. Температурная поправка нужна в случае, если измерение выполняется при температуре, отличной от 25°C. Поправочный фактор составляет 7 кг/м^3 на каждые 10°C отклонения от +25°C.

Так, если плотность электролита, измеренная при температуре 45°C, составила 1250 кг/м^3 , тогда:

$$\text{плотность при } 25^\circ\text{C} = 1250 + (2 \times 7) = 1264 \text{ кг/м}^3.$$

Приведенная ниже таблица показывает, что плотность (приведенная к +25°C) и удельный вес близки по значениям (если не считать множителя 1000). В таблице показана зависимость плотности (и удельного веса) от концентрации кислоты (H_2SO_4) в электролите.

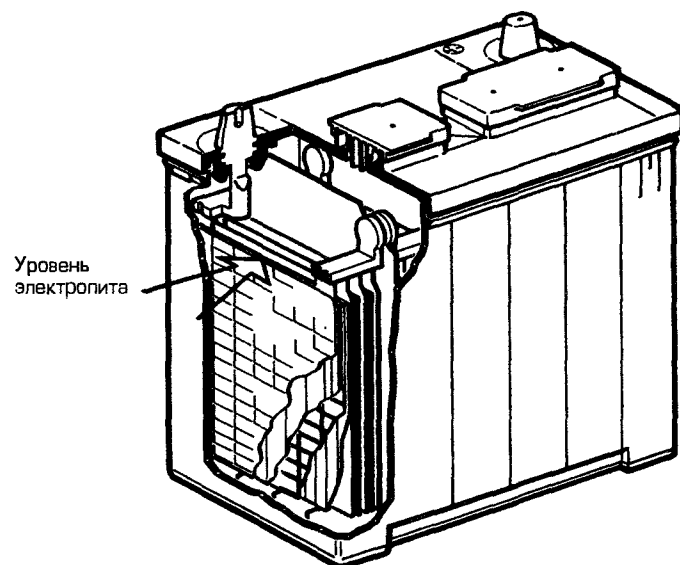


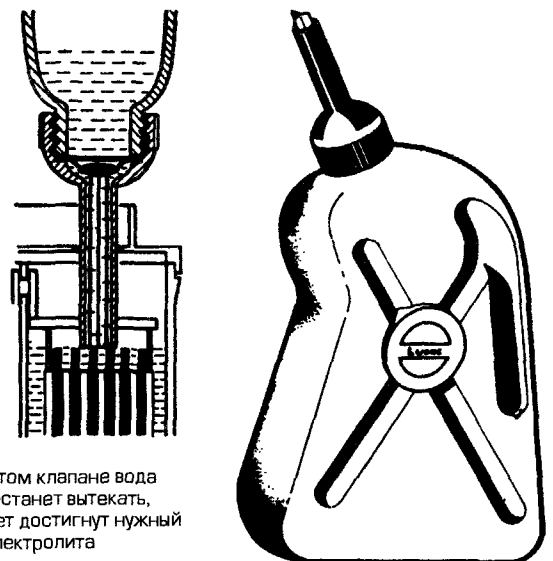
Рис. 5.11. Поддержание уровня электролита

Удельный вес (25°C)	Плотность	% серной кислоты
1.110	1099	15
1.137	1136	20
1.176	1175	25
1.216	1215	30
1.257	1256	35
1.258	1273	37
1.259	1299	40

Восстановление уровня электролита

10 В конце заряда электрический ток начинает разлагать воду на кислород и водород. Газы улетучиваются, а количество воды в электролите уменьшается. Для восстановления концентрации электролита и восстановления его уровня в каждую секцию аккумулятора необходимо долить дистиллированную воду так, чтобы уровень электролита был немного выше верхних кромок активных пластин (см. рис. 5.11).

Иногда для доливки воды используются специальные бутылки (см. рис. 5.12). Они удобны тем, что заполнены подходящей для аккумулятора водой, а заливная горловина бутылки снабжена клапаном. Для доливки надо вставить горловину в отверстие секции до упора и слегка на нее нажать. При этом клапан открывается и вода начинает выливаться до достижения требуемого уровня, после чего поток воды автоматически прерывается. Если во время доливки поднять бутылку, то клапан закроется и ни капли воды не прольется мимо заливочного отверстия. Не следует лишь слишком сильно давить на клапан, чтобы не нанести вреда краям активных пластин или сепараторов.



При открытом клапане вода сама перестанет вытекать, когда будет достигнут нужный уровень электролита

Рис. 5.12. Бутылка для доливки воды в аккумулятор (фирма Lucas)

4 Емкость аккумулятора

1 Емкость аккумулятора можно измерит несколькими способами, зависящими от его конструкции.

Емкость обычно пропорциональна суммарной площади пластин, поэтому аккумуляторы набираются из нескольких тонких пластин вместо двух толстых + и -.

Важен уровень электролита - он не должен быть ниже верхнего края активных пластин.

Со временем происходит сульфатация пластин, уменьшающая их активную площадь, а следовательно, и емкость.

2 Способ определения емкости зависит от того, какую именно характеристику мы хотим знать. Если, например, нам хотелось бы знать, как долго аккумулятор может давать ток 25 А при не работающем двигателе, то нужно определить **остаточную емкость**.

Однако, самой важной функцией аккумулятора в автомобиле является прокрутка стартера в течение сравнительно короткого периода. После запуска двигателя все потребители на автомобиле могут питаться от генератора. Для того, чтобы владелец мог оценить это качество аккумулятора, ему нужна характеристика **холодного пуска**.

Наконец **ампер-часовая** характеристика показывает, какой ток может давать аккумулятор в течение заданного промежутка времени.

Рассмотрим эти характеристики более подробно.

Характеристикой **холодного пуска** является ток, который аккумулятор может дать при температуре -18°C в течение заданного промежутка времени пока напряжение на клеммах аккумулятора не упадет до минимального уровня. К сожалению, существует несколько стандартов, которые задают это время и минимальное напряжение - BS (Английский стандарт), DIN (Немецкий стандарт) и SAE (Общество автомобильных инженеров):

Стандерт	Длительность	Конечное напряжение
BS	60 секунд	8.4 Вольт
DIN	30 секунд	9.0 Вольт
SAE	30 секунд	7.2 Вольт

Наибольшее число дает стандарт SAE, поэтому важно сравнивать аккумуляторы в **одном стандарте**.

Немецкие аккумуляторы маркируются 5-цифровым номером изготовителя, затем следуют: номинальное напряжение, емкость в ампер-часах и ток холодного пуска, например:

00111 12V 60Ah 300A

Остаточная емкость определяется как время в минутах, за которое напряжение аккумулятора упадет до 10.5 Вольт при токе разряда 25 А при температуре $+25^{\circ}\text{C}$.

Ампер-часовая емкость показывает, какое количество энергии в ампер-часах можно получить от полностью заряженного аккумулятора, пока напряжение в его секциях не упадет до 1.8 В (или до 10.8 В - для 12-вольтового аккумулятора).

Интенсивность разряда при определении этой характеристики определяется временем разряда - 20-часовой или 10-часовой

режим (в настоящее время применяется преимущественно 20-часовой режим разряда). Например, можно ожидать, что аккумулятор емкостью 50 а.ч будет в течение 20 часов давать ток 2.5 А, пока напряжение на его клеммах не упадет до 10.8 В.

Если разряжать аккумулятор током, например, 5 А, то теоретически его разряд будет длиться 10 часов ($5 \text{ А} \times 10 \text{ ч} = 50 \text{ а.ч}$). На самом деле в этом режиме аккумулятор разрядится быстрее, примерно за 8.6 часа.

Ампер-часовая характеристика позволяет также рассчитать время заряда аккумулятора. Например, полностью разряженный аккумулятор емкостью 50 а.ч теоретически можно зарядить током 5 А за 10 часов, однако к.п.д. заряда не равен 100%, поэтому расчетную емкость надо несколько увеличить, скажем, в 1.3 раза. Тогда для заряда упомянутого аккумулятора током 5 А потребуется 13 часов, что более реально.

3 Емкость аккумулятора зависит от температуры. С повышением температуры емкость увеличивается в связи с тем, что ускоряются химические процессы и электролит легче проходит через поры сепараторов к пластинам.

5 Зарядный ток

1 При заряде аккумулятора на автомобиле зарядный ток устанавливается автоматически регулятором генератора. Регулятор учитывает степень заряженности аккумулятора, которая зависит от предшествующих нагрузок, а также от возраста и состояния аккумулятора.

2 При заряде аккумулятора от внешнего зарядного устройства необходимо зарядный ток рассчитать и установить. Если Вам некуда торопиться, то приемлемым будет ток, составляющий примерно от 0.1 до 0.3 от емкости аккумулятора.

3 Например, для полностью разряженного аккумулятора емкостью 36 а.ч расчетная емкость составляет 46.8 а.ч (36×1.3), а зарядный ток = $0.1 \times 46.8 = 5 \text{ А}$ (приблизительно).

4 Мощное зарядное устройство может заряжать сразу несколько аккумуляторов, как показано в качестве примера на рис. 5.13. При подсоединении или отсоединении аккумуляторов следует отключать зарядное устройство, чтобы случайная искра не подожгла выходящие из аккумуляторов газы.

Обратите внимание: в этом примере суммарное напряжение аккумуляторов в одной последовательной цепи должно составлять 24 В.

Быстрый заряд

5 Такой режим заряда требует осторожности и рекомендуется лишь в экстремальных случаях (см. рис. 5.14).

Аккумулятор можно ускоренно зарядить до 70 ... 80% от его номинальной емкости, следя за тем, чтобы его температура не превысила 43°C . Желательно при быстром заряде контролировать температуру электролита, например с помощью термо-зонда, который вставляется в одну из средних секций аккумулятора (см. рис. 5.15). Обычно ускоренный заряд занимает от 30 до 60 минут в зависимости от начального состояния аккумулятора.

Заряд аккумуляторов, не требующих обслуживания

6 Аккумуляторы этого типа очень чувствительны к перезаряду. При заряде вне автомобиля напряжение зарядного устройства в идеале должно составлять 14.4 В. По мере заряда напряжение

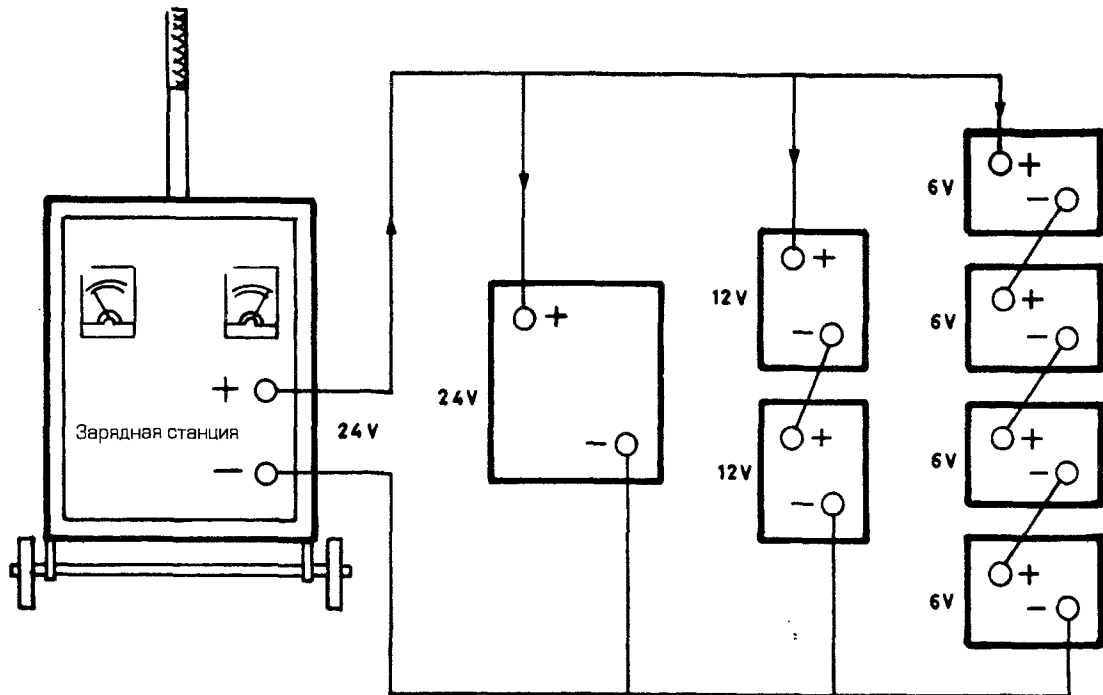


Рис. 5.13. Параллельно-последовательная зарядка аккумуляторов

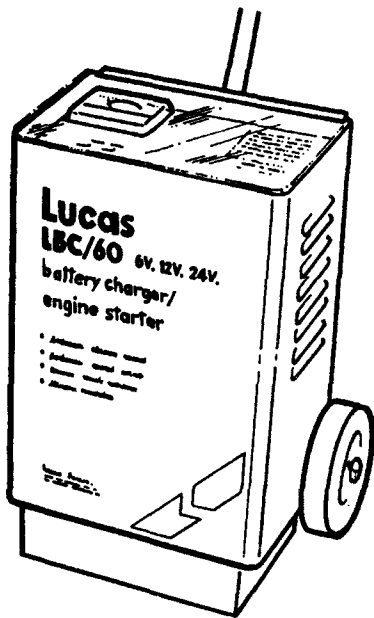


Рис. 5.14. Устройство быстрого заряда

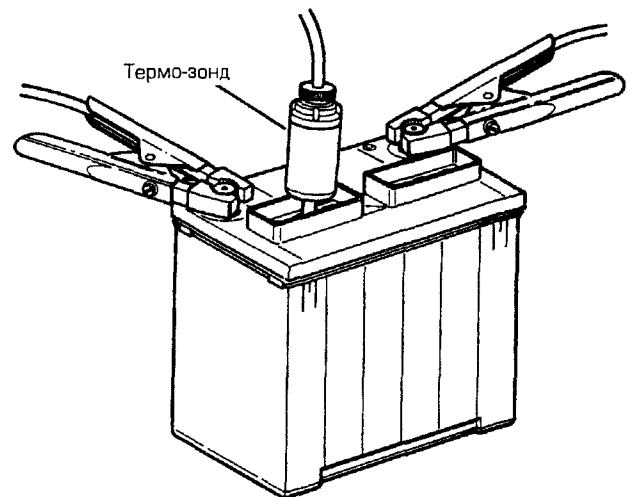


Рис. 5.15. Контроль температуры при быстром заряде

аккумулятора растет и процесс заряда прекратится, когда напряжения сравняются.

При заряде необслуживаемого аккумулятора следует соблюдать следующие правила:

- а) никогда не пользуйтесь режимом быстрого заряда;
- б) никогда не пользуйтесь зарядной станцией с выходным напряжением свыше 15,8 В;
- в) прекратите заряд, если аккумулятор начал выделять газы.

6 Заправка аккумулятора электролитом

1 Для заправки сухого аккумулятора электролитом иногда требуется приготовить электролит требуемой плотности, смешивая кислоту с водой.

2 Эта работа требует большой осторожности, желательно при ее выполнении надевать защитные очки.

3 Перед началом работы подсчитайте примерно сколько воды и концентрированной кислоты Вам потребуется. В таблице (см. рис. 5.16) дано соотношение воды и кислоты для получения электролита нужной Вам плотности (удельный вес кислоты принят 1,835 г/см³).

4 ЛЕЙТЕ КИСЛОТУ В ВОДУ, НО НЕ НАОБОРОТ! При смешивании кислоты с водой смесь сильно разогревается. Лейте кислоту в воду тонкой струйкой и сразу тщательно размешивайте, пока не получите электролит требуемой плотности (см. рис. 5.17).

7 Холостое напряжение аккумулятора

1 Холостым называется напряжение на клеммах аккумулятора, к которому не подключена нагрузка.

2 Холостое напряжение зависит от удельного веса электролита и определяется для одной секции аккумулятора следующей эмпирической формулой:

Холостое напряжение = удельный вес (г/см³) + 0.84

Так, если удельный вес электролита в секции равен 1.25, то

Напряжение секции = 1.25 + 0.84 = 2.09 В

Напряжение аккумулятора = 2.09 x 6 = 12.54 В

(поскольку 12-вольтовый аккумулятор состоит из 6 секций).

Само по себе напряжение холостого хода не имеет значения, но оно требуется для расчета сопротивления дополнительных нагрузок на аккумулятор. Для измерения напряжения холостого хода следует пользоваться вольтметром с большим внутренним сопротивлением.

8 Внутреннее сопротивление

1 У аккумулятора есть внутреннее сопротивление, но оно для свинцово - кислотных аккумуляторов очень мало, если аккумулятор в хорошем состоянии. Именно по этой причине аккумуляторы такого типа незаменимы в автомобилях, где требуется очень большой ток для прокрутки стартера.

2 На рис. 5.18 показана схема аккумулятора с эквивалентным внутренним сопротивлением. Простые арифметические вычисления показывают, что если, например, внутреннее сопротивление аккумулятора составляет 0.05 Ом, то при холостом напряжении аккумулятора 12 В и токе нагрузки 10 А

напряжение на клеммах = 12 - внутреннее падение
аккумулятора напряжения = 12 - (10 x 0.05)
= 11.5 В

Приведенная ниже таблица показывает зависимость напряжения на клеммах аккумулятора от тока нагрузки.

Требуемая плотность	Частей воды на одну часть концентрированной кислоты
1.25	3.4
1.26	3.2
1.27	3.0
1.28	2.8
1.29	2.7
1.30	2.6

Рис. 5.16. Соотношение воды и концентрированной серной кислоты (по объему) для получения электролита заданной плотности

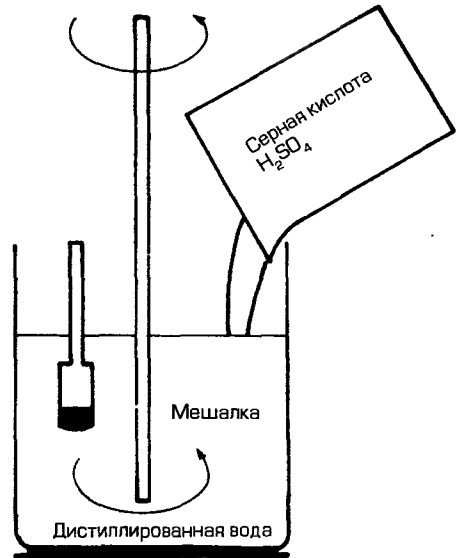


Рис. 5.17. Смешивание кислоты с дистиллированной водой

Холостое напряжение	Ток нагрузки	Внутреннее падение	Напряжение на клеммах	Напряжение
12 В	10 А	0.5 В	11.5 В	
12 В	20 А	1.0 В	11.0 В	
12 В	50 А	2.5 В	9.5 В	
12 В	100 А	5.0 В	7.0 В	

Примечание. В примере рассмотрен аккумулятор не лучшего качества. Новый хороший аккумулятор емкостью 50 а.ч имеет внутреннее сопротивление примерно 0.005 Ом при нормальной температуре.

3 Внутреннее сопротивление складывается из нескольких локальных сопротивлений, а именно, между электродами и электролитом, сопротивления самих электродов и внутренних соединений, а также сопротивления электролита ионному потоку (ионы - это частицы, движущиеся в электролите и несущие положительный или отрицательный заряд).

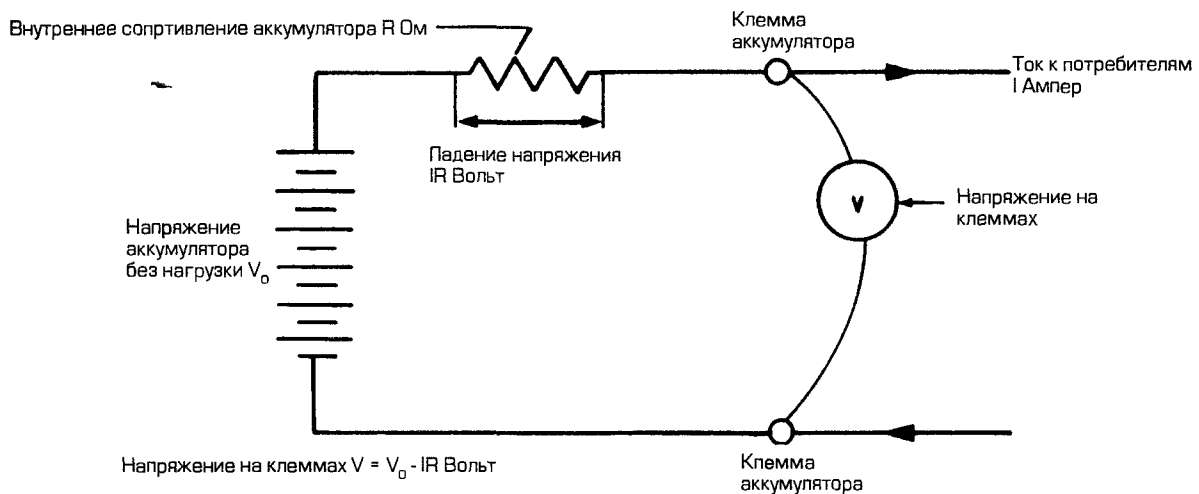


Рис. 5.18. Внутреннее сопротивление аккумулятора

Кроме того, внутреннее сопротивление зависит от степени заряженности и температуры электролита. В разряженном аккумуляторе внутреннее сопротивление больше, чем в заряженном. Разработчик может повлиять на внутреннее сопротивление только изменив активную площадь пластин. Аккумулятор с большей площадью пластин (а следовательно, и с большей емкостью) имеют меньшее внутреннее сопротивление.

4 Со временем внутреннее сопротивление аккумулятора растет. В какой-то момент аккумулятор достигает такого состояния, когда он оказывается уже не в состоянии вращать стартер со скоростью, необходимой для запуска двигателя. Это означает конец жизни аккумулятора.

2 Когда стартер проворачивает двигатель напряжение на клеммах аккумулятора падает из-за внутреннего сопротивления, однако это напряжение не должно быть ниже 9 В, необходимых для удовлетворительной работы стартера. При этом на клеммах стартера напряжение должно быть не ниже 8.5 В, тогда как остальные 0.5 В могут составлять падение напряжения на проводах, подводящих ток от аккумулятора к стартеру.

3 Для помощи конструкторам автомобилей в выборе подходящего аккумулятора изготовители аккумуляторов снабжают свои изделия вольт-амперными характеристиками, подобными рис. 5.19.

9 Выбор аккумулятора

1 Размер и емкость аккумулятора в первую очередь определяется необходимостью проворачивать стартер. Для запуска двигателя в умеренном климате необходимо вращать коленчатый вал со скоростью, как минимум, 90 ... 100 об/мин. Но запуск должен состояться и при температуре -30°C (а в некоторых районах и до -40°C).

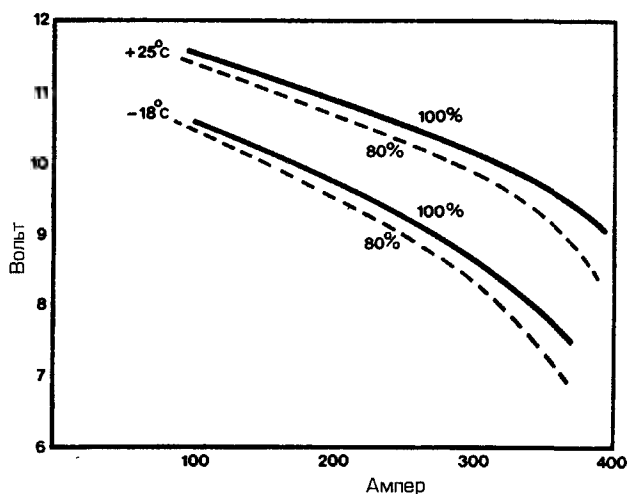


Рис. 5.19. Вольт-амперные характеристики аккумулятора

10 Температурные эффекты - замерзание аккумулятора

1 При низкой температуре электролит становится более концентрированным и плотность его возрастает, но химические реакции при этом замедляются и в общей сложности емкость аккумулятора падает.

2 На рис. 5.20 показаны две характеристики - мощность, потребная для прокручивания двигателя и мощность, которую может предложить аккумулятор. Как видно из рисунка, эти кривые пересекаются при температуре -20°C .

3 Аккумулятор необходимо предохранять от замораживания, особенно в разряженном состоянии, поскольку в этом случае в электролите увеличивается процентное содержание воды. Лучшим способом защиты аккумулятора от замораживания является поддержание его в заряженном состоянии. На рис. 5.21, а, б показана зависимость границы замораживания аккумулятора от удельного веса электролита, являющейся следствием степени его заряженности.

4 Замерзший аккумулятор дает очень маленький ток, но серьезных повреждений с ним от этого не происходит, по крайней мере случаев разрыва корпуса не отмечено. Объясняется это тем, что электролит практически не переходит в твердое состояние, как вода, а остается желеобразным состоянием.

5 Следует заметить, что заряд аккумулятора в замерзшем состоянии затруднен, поскольку пропустить через него можно только очень небольшой ток.

При низкой температуре окружающего воздуха не следует также доливать воду в аккумулятор, даже если уровень электролита ниже нормы.

6 Не пытайтесь заряжать, тем более большим током, замерзший аккумулятор. Не пытайтесь заводить автомобиль от постороннего источника. При необходимости завести двигатель сначала дайте аккумулятору оттаять.

1.1 Аккумуляторы с датчиком уровня электролита

1 Некоторые аккумуляторы снабжены электрическими датчиками уровня электролита. Пока весь датчик погружен в электролит, сигнальная цепь замкнута, но стоит уровню опуститься, как датчик перестает замыкать цепь и на панели приборов загорается сигнальная лампочка.

1.2 Сухозаряженные аккумуляторы

1 Правильнее называть такие аккумуляторы как "не заполненные заряженные аккумуляторы". При изготовлении пластины аккумулятора формируются, а затем заряжаются полным зарядом. Затем электролит сливается, а пластины высушиваются. Отрицательные пластины проходят дополнительную химическую обработку для повышения их сохранности. После этого аккумулятор до ввода в эксплуатацию может храниться долгое время без всякого для него вреда.

Для использования аккумулятора его необходимо залить электролитом с удельным весом 1.28 (соответствующим полностью заряженному аккумулятору) и после 20-минутной выдержки, необходимой для пропитки пластин электролитом, аккумулятором можно пользоваться. Через две недели эксплуатации такого аккумулятора его желательно подзарядить.

Имейте в виду, что при заливке электролита в пустой аккумулятор может выделяться тепло. Иногда аккумуляторы заправляются в два этапа с выдержкой между этапами в 6 ... 12 часов.

1.3 Саморазряд

1 С течением времени неиспользуемый аккумулятор теряет заряд. Это происходит по следующим причинам.

2 **Внутренние химические процессы.** В процессе эксплуатации аккумулятора на его отрицательных пластинах откладывается сурьма. Она образует миниатюрные короткозамкнутые батарейки, использующие заряд отрицательных пластин. Кроме того, в электролите присутствуют различные нежелательные химические добавки, в основном, следы железа, которые переносят заряд между пластинами, постепенно их разряжая.

3 **Утечки тока.** Грязь, конденсат и утечки кислоты на верхней стенке аккумулятора образуют пленочные проводящие пути между клеммами. Этот путь утечек можно минимизировать частой и тщательной очисткой поверхности аккумулятора.

4 Саморазряд составляет от 0.2 до 1% емкости аккумулятора в сутки в зависимости от его возраста. Интенсивность саморазряда увеличивается с ростом температуры и удельного веса электролита (см. рис. 5.22).

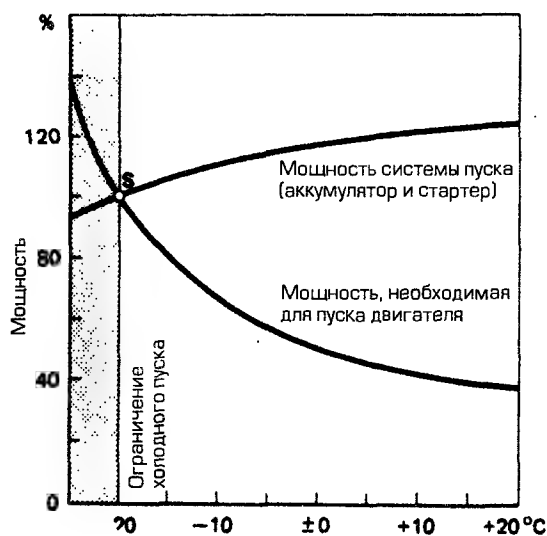


Рис. 5.20. Кривые располагаемой и потребляемой мощности

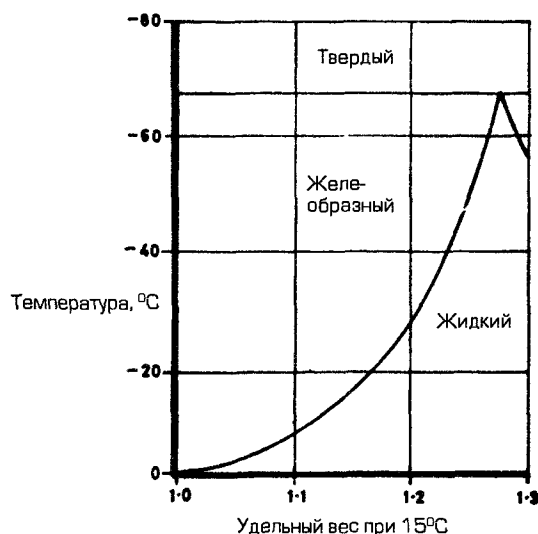


Рис. 5.21, а. Зависимость температуры замерзания электролита от его удельного веса

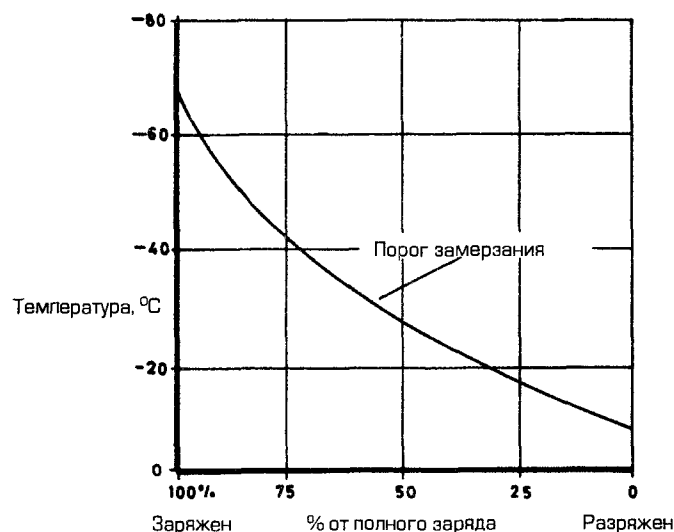


Рис. 5.21, б. Зависимость температуры замерзания электролита от степени заряженности аккумулятора

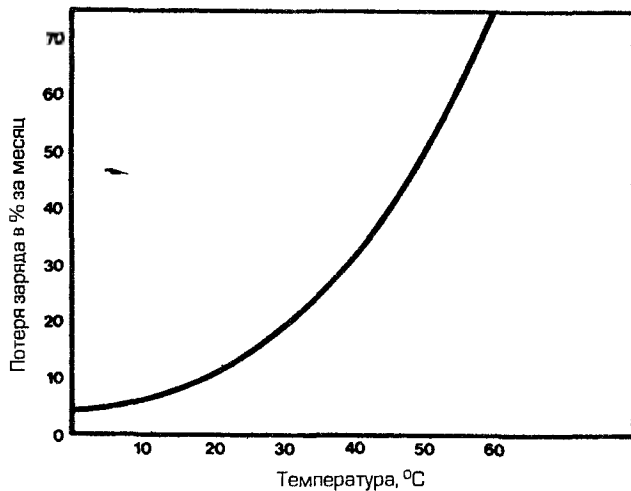


Рис. 5.22. Кривая саморазряда

5 Естественным способом борьбы с саморазрядом является периодическая или постоянная подзарядка аккумулятора током, примерно равным току саморазряда. Последний может быть найден путем проб и ошибок. В первом приближении можно принять ток постоянной подзарядки, равным $1/1000$ от емкости аккумулятора в Ампер-часах. Например, для аккумулятора емкостью 50 а.ч получаем

$$\text{ток постоянной подзарядки} = 50/1000 = 0.05 \text{ А.}$$

6 Для постоянной подзарядки можно использовать простое зарядное устройство, не имеющее средств регулировки и контроля зарядного тока, если включить последовательно с ним 5-ваттную автомобильную лампочку.

14 Сульфатация

1 При нормальном разряде на поверхностях пластин образуются мелкие кристаллы сернокислого свинца, которые при заряде снова распадаются на свинец и кислотный остаток. Однако, если оставить аккумулятор не заряженным на долгое время, то кристаллизация сернокислого свинца может принять необратимый характер вплоть до разрушения пластин.

2 Результатами сульфатации могут стать:

- а) снижение емкости аккумулятора;
- б) увеличение внутреннего сопротивления аккумулятора, что приводит к его сильному разогреву при заряде.

3 Небольшую сульфатацию можно устранить длительной зарядкой аккумулятора малым током, однако в тяжелых случаях аккумулятор приходит в полную негодность.

4 Признаком сульфатации аккумулятора может служить интенсивность повышения напряжения на клеммах при заряде: у здорового аккумулятора напряжение нарастает медленно, тогда как у аккумулятора, пораженного сульфатацией, напряжение быстро повышается (что вызвано уменьшением его емкости). При растворении кристаллов сульфата напряжение снова падает, а затем, если нормальные химические процессы восстановились, напряжение начинает медленно расти.

15 Клеммные соединения аккумулятора

1 Встречаются три вида клеммных соединений аккумуляторов см. рис. 5.23):

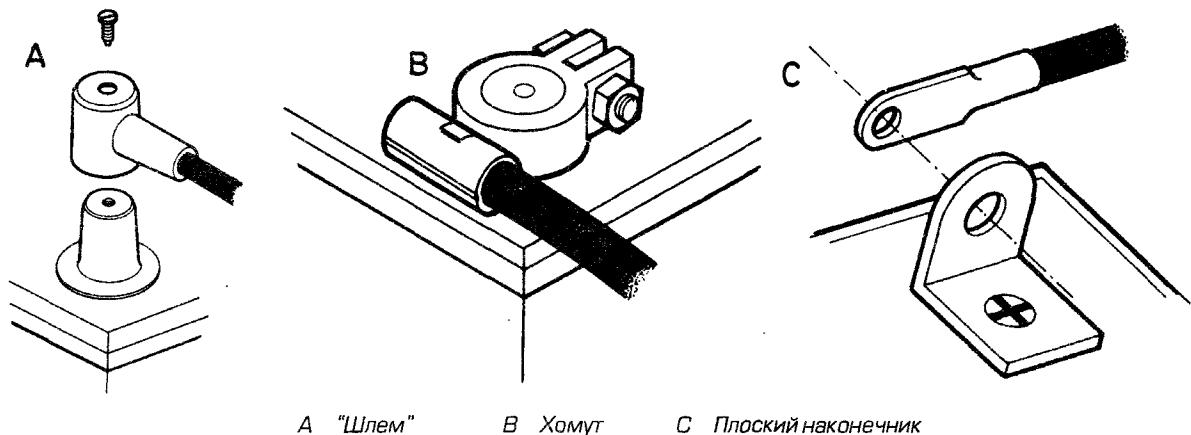
- а) литой наконечник типа "шлем", крепящийся к клемме винтом;
- б) хомут с болтовым зажимом;
- в) плоский наконечник.

2 Наконечники типа "шлем" могут еще сохраниться на старых машинах, но в настоящее время наибольшее распространение получили накидные зажимы типа хомута. Плоские наконечники много лет применялись на автомобилях фирмы Ford.

При необходимости замены наконечника типа "шлем" срежьте его и замените подходящим зажимом типа "хомут". Не приобретайте хомут из легких сплавов неизвестного химического состава - они быстро корродируют.

Лучший способ соединения нового наконечника с проводом - пайка. Для пайки используйте только канифоль (впрочем, как и во всех прочих случаях пайки электрооборудования). Ни в коем случае не пользуйтесь для этой цели кислотой - коррозия в этом случае может оказаться просто катастрофической.

3 Кислотная коррозия клеммного соединения повышает его сопротивление и может значительно снизить напряжение, подаваемое на стартер или иные электрические потребители. В некоторых случаях при пуске стартера коррозия может создать даже эффект обрыва цепи. Признаком коррозии клеммных



А "Шлем" В Хомут С Плоский наконечник

Рис. 5.23. Типы клеммных соединений аккумулятора

соединений обычно является щелчок стартерного электромагнита, после чего тускнеют лампочки приборной панели.

4 При обнаружении плохого контакта в клеммных соединениях тщательно зачистите их наждачной бумагой. Затем надежно затяните соединение и смажьте его снаружи техническим вазелином или антикоррозионной смазкой.

5 При разборке и сборке клеммных соединений старайтесь не прикладывать к клеммам больших усилий и не упирайтесь рычагом в корпус аккумулятора при попытке снять клеммный зажим - в корпусе аккумулятора может появиться трещина, через которую начнет вытекать электролит. Если наконечник не снимается с клеммы, попытайтесь смочить кусок тряпки горячей водой и наложить ее на клемму. Если это не помогает, воспользуйтесь съемником.

16 Проверка аккумулятора

1 Проверка плотности электролита с помощью ареометра была описана выше. Значение плотности является одним из важнейших параметров, характеризующих состояние аккумулятора. Если в одной из секций аккумулятора плотность значительно ниже, чем в остальных, это говорит о неисправности аккумулятора.

2 Выделение газов при заряде является должно начинаться во всех секциях примерно одновременно. Если в одной из секций выделение газов начинается раньше, чем в других, или газ вообще не выделяется, это служит признаком неисправности секции (в последнем случае скорее всего произошло короткое замыкание).

3 Самая информативная проверка аккумулятора - его быстрый разряд с одновременным контролем напряжения на клеммах. Тестеры быстрого разряда выпускаются многими изготовителями. Его основными частями являются резистор и вольтметр, подключаемые к клеммам с помощью щупов или зажимов типа "крокодил" (см. рис. 5.24,а,б). Неисправность аккумулятора и отдельных его секций - сульфатация, внутреннее замыкание - сразу будет обнаружена не только по падению напряжения на клеммах, но и по интенсивному бульканью неисправной секции.

4 Для проверки отдельных секций аккумулятора можно использовать кадмиевый пробник (см. рис. 5.25). Два кадмиевых щупа погружаются в электролит двух соседних ячеек и по шкале прибора сразу можно установить состояние секций ("recharge" - требует зарядки или "serviceable" - в рабочем состоянии).

5 Этот прибор измеряет напряжение между электролитом и положительной пластиной одной секции и между электролитом и отрицательной пластиной соседней секции. Кадмиевые щупы устойчивы к воздействию кислоты.

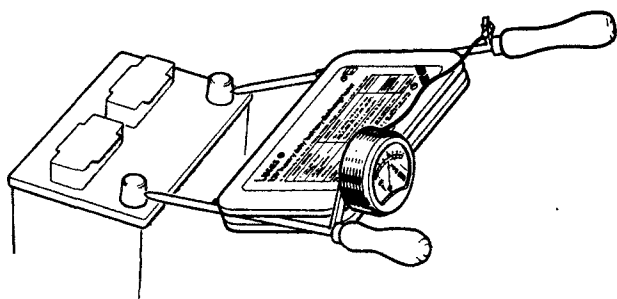


Рис. 5.24,а. Тестер быстрого разряда фирмы Lucas

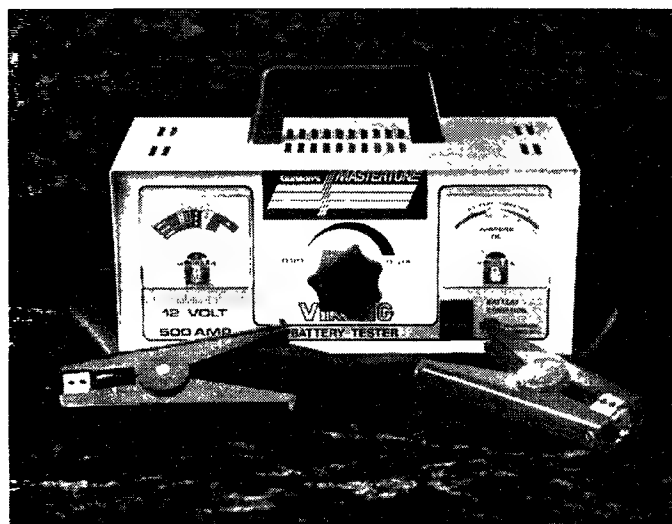


Рис. 5.24,б. Тестер 500-амперного разряда фирмы Viking

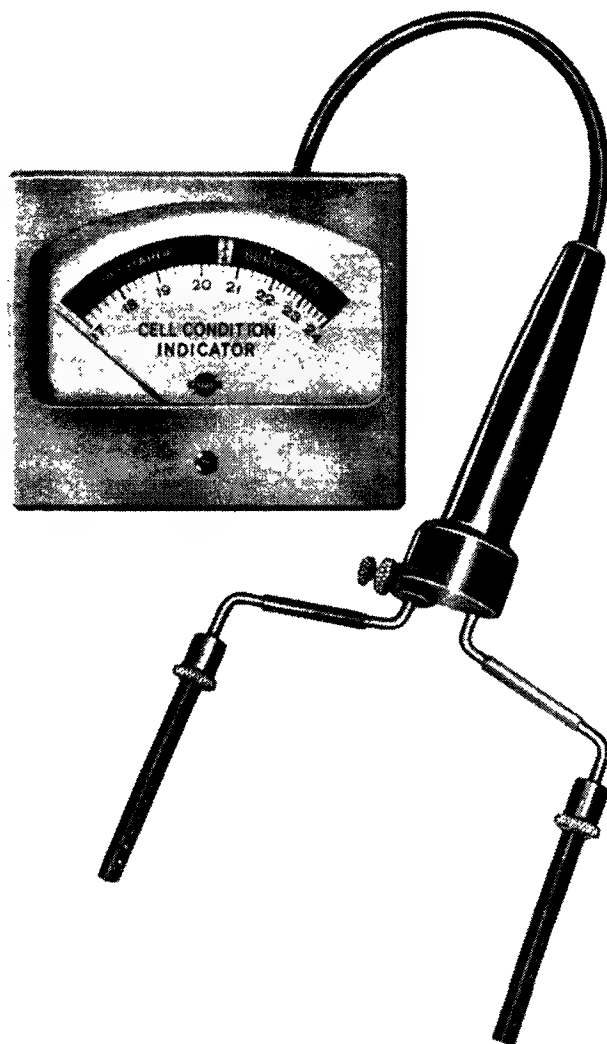


Рис. 5.25. Кадмиевый пробник

17 Обслуживание аккумулятора

1 В последние годы появились новые термины, обозначающие степень внимания, которую владелец должен уделять аккумулятору:

- а) редко обслуживаемые аккумуляторы;
- б) аккумуляторы, не требующие обслуживания;

тогда традиционный аккумулятор в этом ряду может быть охарактеризован как

- в) аккумулятор, требующий периодического обслуживания.

2 Приведенная выше классификация аккумуляторов имеет в виду прежде всего проверку уровня электролита, однако любые аккумуляторы требуют постоянного внимания в части:

- а) чистоты и надежности затяжки клеммных соединений;
- б) чистоты крышки и корпуса;
- в) надежности крепления аккумулятора на лотке.

3 Увеличение периодичности проверки уровня электролита и даже полное устранение такой необходимости произошло в результате достижений в области металлургии и технологии изготовления пластин аккумулятора.

Потеря воды в обычном аккумуляторе происходит в связи с ее разложением в процессе заряда, что вызвано наличием сурьмы в составе сплава, из которого изготовлены решетки пластин. В аккумуляторах нового поколения сурьма заменена кальцием и свинцово-кальциевый сплав не вызывает разложения воды, в связи с чем не происходит и ее потерь.

Снижению газовой выделения при заряде аккумулятора способствует также точное поддержание на одном уровне зарядного напряжения (норма - 14,4 В), которое обеспечивается электронным стабилизатором напряжения. Только при наличии такого стабилизатора возможно использование на автомобиле аккумулятора "не требующего обслуживания".

18 Редко обслуживаемые аккумуляторы

1 Конструкция этих аккумуляторов аналогична традиционным, за исключением того, что решетки пластин в них изготовлены из свинцово-кальциевого сплава. В этих аккумуляторах сохранены контрольные отверстия секций с пробками, однако проверять уровень электролита в них необходимо лишь раз в год или при пробеге 50 000 миль.

Аккумулятор старой конструкции можно заменить на редко обслуживаемый без всяких ограничений и условий.

19 Аккумулятор, не требующий обслуживания

1 Термин "не требующий обслуживания" означает лишь, что аккумуляторы этого типа не требуют проверки электролита и периодической доливки в течение всего периода их эксплуатации. Это достигнуто путем усовершенствования технологии и замены материалов, о чем говорилось выше, но еще одним обязательным условием эксплуатации такого аккумулятора является точное регулирование напряжения на выходе генератора на уровне 14,4

В. При повышении напряжения заряда из электролита начнут выделяться газы и это приведет к потере воды.

2 Все аккумуляторы этого типа снабжены клапанами различной конструкции для выпуска газов. Некоторые аккумуляторы герметизированы и доливка в них вообще невозможна, в других аккумуляторах отверстия с пробками сохранены, так что в случае непредвиденного газовыделения в них можно долить воду.

3 Аккумуляторы Fulmen Durastart (см. рис. 5.26), не требующие обслуживания, имеют съемную крышку, которую при необходимости можно снять и довести уровень электролита до требуемого уровня, но при исправном регуляторе напряжения делать этого никогда не придется.

Одной из частых причин выхода из строя аккумуляторов является короткое замыкание нижней части пластин, вызванное осыпанием активной массы из решеток. Конструкторы Fulmen Durastart обошли этот недостаток тем, что поместили пластины в сепараторы из пористого материала, выполненные в виде почтовых конвертов с запаянными нижними краями. При осыпании массы она остается на дне сепаратора и короткого замыкания с соседней пластиной произойти не может.

Другим конструктивным новшеством является т.н. "мультирешетка" - набор тонких решеток с активной массой, плотно упакованных в секции. По утверждению изготовителя, конструкция решеток позволила увеличить отдаваемую мощность в стартерном режиме на 30% по сравнению с традиционными аккумуляторами.

4 В некоторых аккумуляторах этого типа использован эффект "рекомбинации электролита". Пластины таких аккумуляторов помещены раздельно в сепараторы из тонкого стекловолокна, которые впитывают весь электролит так, что все края пластин остаются сухими. Во время заряда аккумулятора, когда степень

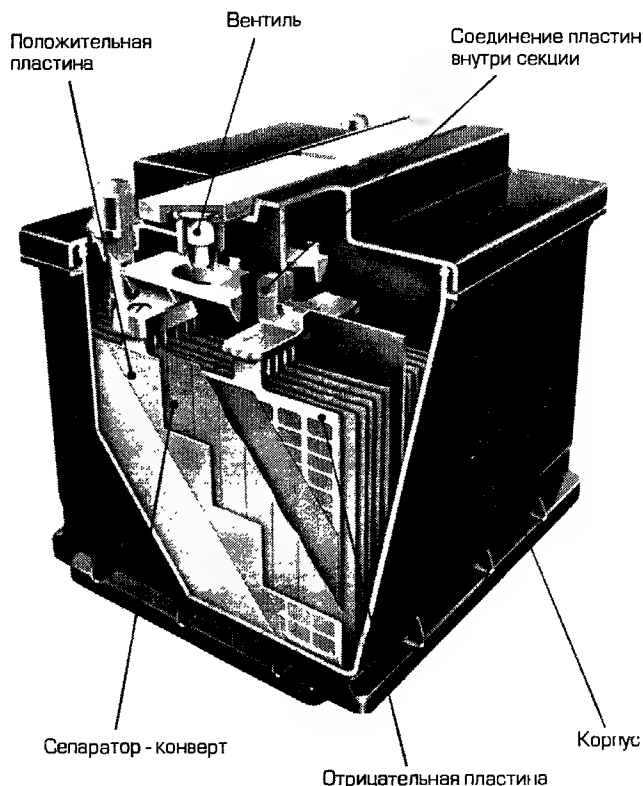


Рис. 5.26. Конструкция аккумулятора, не требующего обслуживания (Fulman Durastart)

заряженности аккумулятора близка к полной, на положительных пластинах начинает выделяться кислород, тогда как в обычных аккумуляторах в это же время начинает выделяться водород на отрицательных пластинах. Образующийся кислород попадает сквозь сепаратор на отрицательные пластины, заполненные сернокислым свинцом, и преобразует его в чистый свинец и кислоту. Потенциал отрицательных пластин не достигает уровня, при котором начинает выделяться водород, и поэтому потеря воды не происходит.

Аккумулятор герметизирован, но снабжен выпускным клапаном, через который могут уходить лишние газы, образующиеся в нештатных ситуациях.

5 Еще одним представителем аккумуляторов, не требующих обслуживания является аккумулятор AC Delco Freedom (см. рис. 5.27), в котором сурьма полностью заменена кальцием.

Получение сплава свинца с кальцием затруднено тем, что кальций не имеет жидкой фазы, переходя при нагревании из твердого

состояния сразу в пар. Вместе с тем, такой сплав, если его удастся получить, обладает прекрасными антикоррозионными свойствами.

Газообразование в аккумуляторе уменьшено до такого уровня, который позволил полностью герметизировать аккумулятор (выпускной клапан на всякий случай все же предусмотрен). Если газы все же и выделяются, то они снова возвращаются в электролит в виде воды, достигнув крышки аккумулятора.

Аккумулятор снабжен оригинальным ареометром, представляющим собой шариковый поплавок зеленого цвета, помещенный в пластиковую трубку (см. рис. 5.28). Поплавок можно увидеть сквозь окно в крышке аккумулятора. Если поплавок виден, это означает, что аккумулятор заряжен и уровень электролита в норме. Если поплавок ушел из зоны видимости (в этом случае окно в крышке становится черным), это значит, что аккумулятор нуждается в подзарядке. Если окошко становится прозрачным или желтым, это значит, что уровень электролита стал ниже нормы и аккумулятор необходимо заменить.

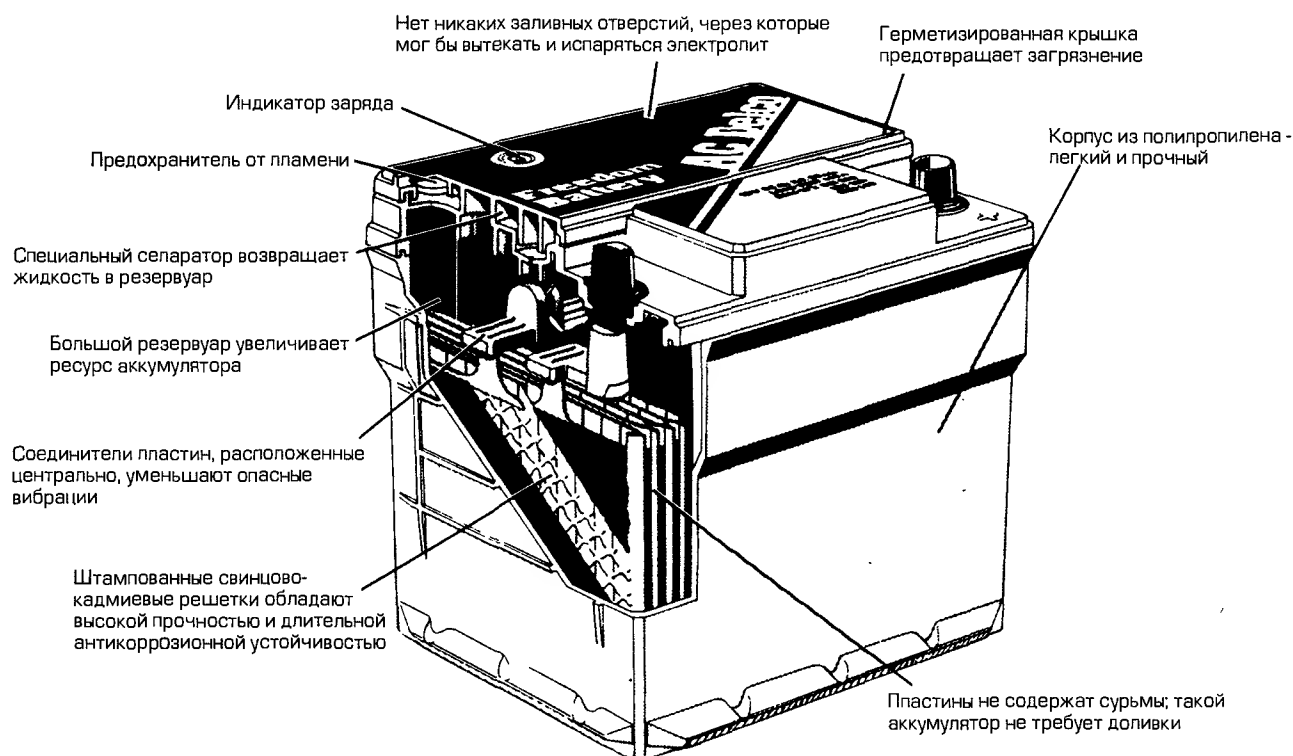


Рис. 5.27. Конструкция аккумулятора, не требующего обслуживания (AC Delco Freedom)

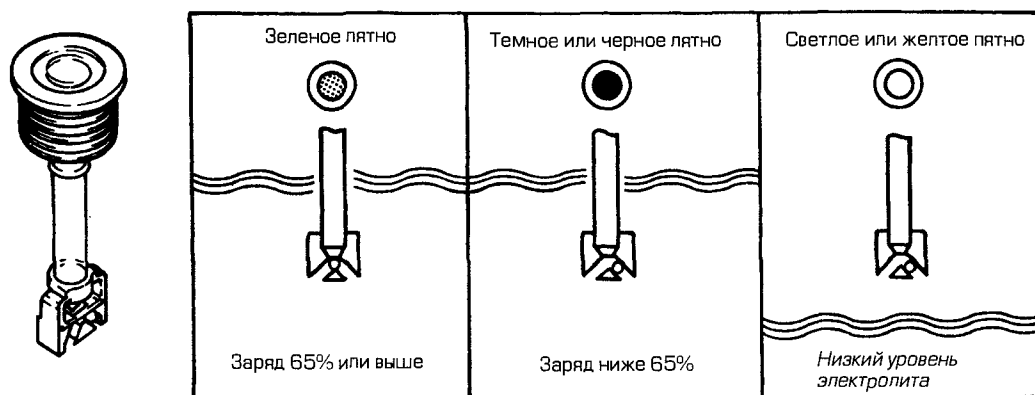


Рис. 5.28. Ареометр аккумулятора AC Delco Freedom

Глава 6 Системы зажигания

Содержание

Требования к зажиганию	1
Факторы, влияющие на сгорание смеси	2
Системы зажигания	3
Система зажигания с батареей и катушкой	4
Конденсатор	5
Катушка зажигания с балластным сопротивлением	6
Контактный прерыватель	7
Угол замкнутых контактов	8
Распределитель зажигания	9
Характеристика центробежного регулятора опережения зажигания	10
Вакуумный регулятор опережения	11
Двухкамерный вакуумный регулятор опережения	12
Полярность свечи	13
Проверка полярности	14
Полярность катушки зажигания	15
Замечания по обслуживанию	16
Проверки	17
Недостатки батарейно-катушечной системы зажигания	18

Электронные системы зажигания	19
Типы электронных систем зажигания	20
Контактные системы с электронным ключом	21
Схема системы зажигания с электронным ключом на одном транзисторе	22
Схема системы зажигания с электронным ключом на двух транзисторах	23
Конденсаторные системы зажигания	24
Батарейная система зажигания с конденсаторным разрядом	25
Конденсаторная система Mobelec	26
Конденсаторная система зажигания с магнето	27
Бесконтактные системы зажигания	28
Электронное зажигание с генератором импульсов	29
Система постоянной энергии с генератором импульсов	30
Электронное зажигание с генератором Холла	31
Зажигание постоянной энергии с генератором Холла	32
Цифровые системы зажигания	33
Карта опережения зажигания	34
Компьютерное управление зажиганием	35

1 Требования к зажиганию

1 Для воспламенения сжатой топливо-воздушной смеси в цилиндрах бензиновых двигателей установлены электрические свечи зажигания. Искра в свече должна поджечь смесь в точно определенный момент рабочего цикла двигателя так, чтобы при подходе поршня к верхней мертвой точке (ВМТ) давление в цилиндре достигло наибольшего значения.

Напряжение на электродах свечи должно составлять от 5000 до 30 000 Вольт в зависимости от различных факторов, таких как состав смеси, конфигурация камеры сгорания, степень сжатия, температура и состояние свечи.

2 Под действием высокой разности потенциалов на электродах свечи наступает пробой смеси паров бензина с воздухом и между электродами свечи возникает разряд большой мощности, в котором ток идет от отрицательного центрального электрода к положительному боковому электроду. Температура этого разряда составляет несколько тысяч градусов, которых вполне достаточно, чтобы воспламенить топливо-воздушную смесь, которая затем продолжает гореть уже сама.

3 В нормальных условиях искра должна появиться, когда поршень еще не достиг ВМТ. Возникнув в области свечи, фронт пламени далее движется через заполненной горючей смесью пространство. Поскольку процесс сгорания заканчивается в доли секунды, давление в камере сгорания сначала интенсивно нарастает, а затем начинает падать (см. рис. 6.1 и 6.2). Время от момента зажигания до конца сгорания составляет примерно 2 миллисекунды, поэтому свеча должна сработать до ВМТ, чтобы дать возможность давлению газов возрасти. При стационарном

режиме работы двигателя обычное опережение зажигания составляет от 30 до 40° поворота коленчатого вала. Однако очевидно, что фиксированное значение опережения годится только для определенных оборотов двигателя, поэтому система зажигания должна содержать устройство, позволяющее менять опережение в зависимости от частоты вращения двигателя.

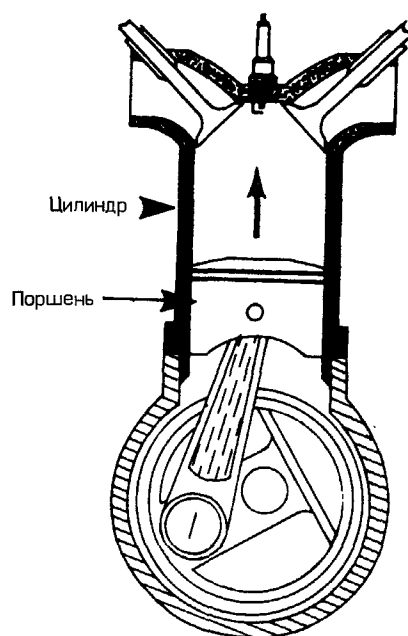


Рис. 6.1. Сжатия топливо-воздушной смеси

4 Исследования, выполненные изготовителями двигателей, позволяют определить для каждой скорости вращения и нагрузки двигателя свой, оптимальный, угол опережения. При этом следует принимать во внимание следующие факторы:

- Состав выхлопных газов
- Отсутствие детонации
- Топливную экономичность
- Необходимость получения максимальной мощности на выходе двигателя

5 Энергии разряда в свече должно хватать для воспламенения смеси. При соотношении воздуха к топливу 15:1 необходимая энергия составляет 0.2 миллиджоуля (определение джоуля см. в главе 1).

При обеднении или обогащении смеси эта цифра может возрасти до 3 мДж. Считается, что для устойчивой работы двигателя независимо от условий и режимов, энергия искры должна иметь запас и составлять не менее 30 мДж.

Если искра имеет меньшую энергию из-за просчетов конструктора или из-за утечек тока в цепи, могут начаться перебои зажигания.

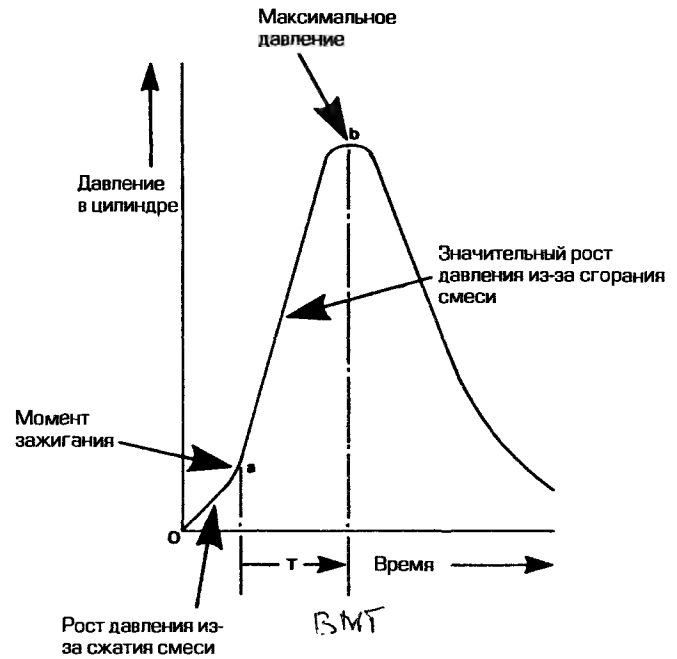


Рис. 6.2. Изменение давления в цилиндре

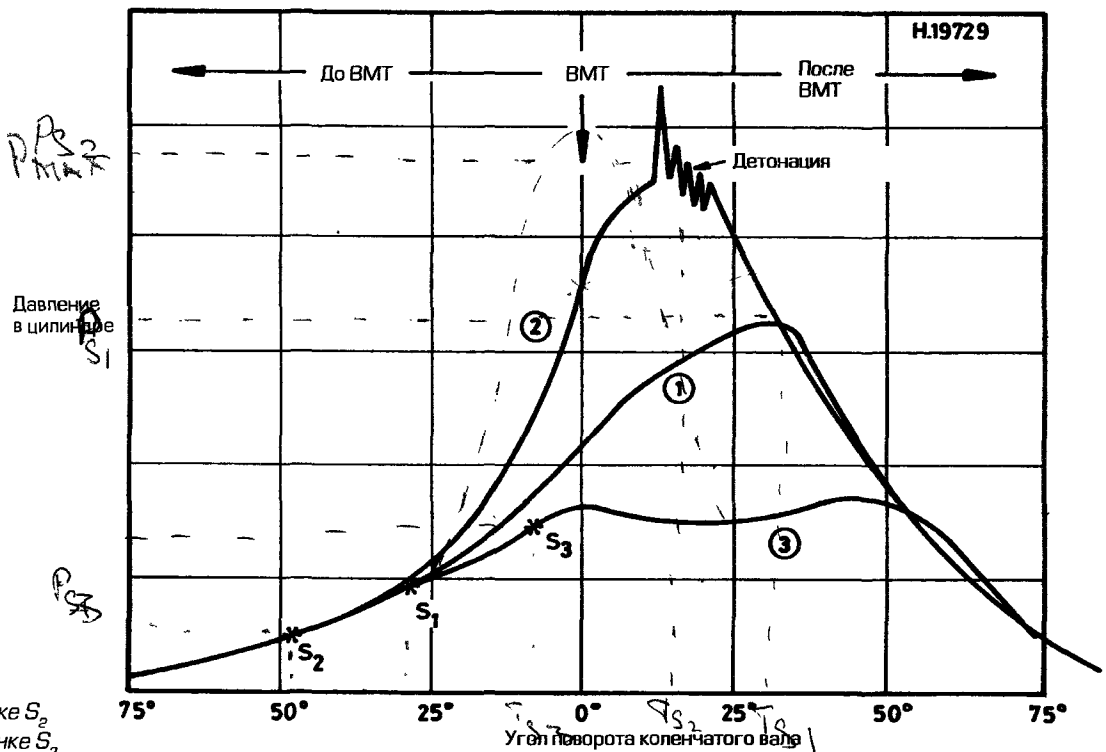
2 Факторы, влияющие на сгорание смеси

1 Теоретически полное сгорание смеси может произойти при соотношении воздуха и топлива 14.7 : 1. При этом соотношении коэффициент избытка воздуха в смеси $\lambda = 1.0$.

Смесь с коэффициентом избытка воздуха $\lambda = 0.9$, т.е. фактически с недостатком воздуха 10% (богатая смесь), позволяет получить наибольшую мощность двигателя. Горение такой смеси происходит с наибольшей скоростью, но, к сожалению, в результате

сгорания образуются выхлопные газы с нежелательным содержанием окиси углерода (CO) и не сгоревших углеводородов. При обеднении смеси, т.е. добавке в состав смеси избыточного воздуха, скорость ее горения снижается и мощность двигателя падает.

Оптимальное соотношение воздуха и топлива, позволяющее получить наиболее чистый выхлоп, составляет примерно $\lambda = 1.1$.



- Правильная установка: зажигание в точке S₁
- Раннее зажигание в точке S₂
- Позднее зажигание в точке S₃

Рис. 6.3. Влияние момента зажигания

Борьба за чистоту атмосферы представляет глобальный интерес и законодательства многих стран устанавливают жесткие требования по составу выхлопных газов. Этой проблемы в разных аспектах будем касаться и мы в этом руководстве.

2 Мощность и топливная экономичность двигателя тесно связаны со скоростью сгорания рабочей смеси после ее воспламенения. Скорость распространения пламени, в свою очередь, зависит от многих факторов, таких как:

Конструкция цилиндра. При высокой степени сжатия скорость распространения пламени возрастает в связи с большей плотностью сжатого заряда.

Конструкция цилиндра определяет также место расположения свечи зажигания. В общем случае чем более открыты электроды свечи обтеканию топливно-воздушной смесью, тем лучше протекает процесс горения.

Установка момента зажигания. Установка зажигания имеет важнейшее значение для правильного протекания рабочего процесса. Момент зажигания должен быть выбран так, чтобы давление в цилиндре достигло максимума примерно через 12° поворота коленчатого вала после ВМТ. Если смесь поджечь раньше (раннее зажигание), то скорость ее сгорания станет слишком высокой - смесь практически взорвется (это явление носит название детонации - см. ниже). Такой режим сгорания вреден для двигателя и его нельзя допускать.

Наоборот, если смесь поджечь слишком поздно (позднее зажигание), скорость горения будет низкой и давление в цилиндре достигнет максимума слишком поздно. В результате мы получим низкую мощность при большом расходе топлива (см. рис. 6.3).

Турбулентность заряда. Практически в момент воспламенения рабочая смесь в цилиндре не покоится на месте, а движется в форме вихревых потоков. Эти вихри способствуют распространению пламени, поэтому камеры сгорания специально конструируются таким образом, чтобы повысить турбулентность газовых вихрей.

Наличие остаточных выхлопных газов. Часть выхлопных газов после их выпуска остаются в цилиндре. Смешиваясь со свежим зарядом, остаточные газы снижают скорость распространения пламени и, как результат, понижают температуру газов в камере сгорания. С точки зрения охраны окружающей среды этот факт можно считать положительным, поскольку в ростом температуры сгорания резко увеличивается содержание в выхлопных газах окислов азота.

В некоторых двигателях даже имеется специальная система, направляющее часть выхлопных газов снова во впускной коллектор, и называемая системой рециркуляции выхлопных газов. Есть, однако, предельное значение количества газов, которое можно направить на повторное сжигание, после которого резко начинает расти расход топлива.

Детонация

3 Из предыдущих параграфов следует, что для достижения наивысшей мощности двигателя следует повышать скорость распространения фронта пламени после воспламенения горючей смеси. Однако, эта скорость не должна превышать скорость звука, поскольку в этом случае характер горения приобретает взрывные свойства.

Это явление, известное под названием **детонация**, может стать причиной серьезных повреждений двигателя. Детонация возникает обычно в случае, когда октановое число топлива не соответствует степени сжатия двигателя.

Взрывное горение

4 До момента возникновения детонации может произойти еще один сбой в процессе горения. При движении поршня к ВМТ газы, удаленные от точки воспламенения, т.е. от искры, нагреваются движущимся на них фронтом пламени. Сочетание увеличивающегося давления, встречного движения газов и фронта пламени с нагревом газов может привести к объемному самовоспламенению остальной части рабочей смеси, что вызовет резкий скачок давления. Это явление по своим симптомам практически не отличается от детонации, однако, следует понимать, что оно имеет совершенно иную физическую природу.

Сочетание взрывного горения с детонацией

5 Указанные выше явления сопровождаются характерным дребезжащим шумом. Они возникают прежде всего при полной нагрузке двигателя. Поскольку часть энергии бесполезно расходуется на создание шума и повышение температуры, мощность на колесах автомобиля падает.

В серьезных случаях, особенно если эти эффекты продолжают длительное время, они могут привести к прогару днища поршня, что сразу будет заметно по резкому снижению мощности двигателя и синему дыму из выхлопной трубы.

Следующие факторы оказывают влияние на возникновение детонации и взрывного горения:

- а) **Неудачная конструкция камеры сгорания.** Конструкция камеры сгорания должна обеспечивать эффективное ее охлаждение, особенно мест, удаленных от свечи. Кроме того, она должна обеспечивать интенсивное завихрение рабочей смеси в процессе такта сжатия.
- б) **Состав рабочей смеси.** Бедная смесь более склонна к детонации.
- в) **Октановое число топлива.** Степень сжатия двигателя тесно связана с требованиями к качеству топлива - двигатель с меньшей степенью сжатия может использовать бензин с меньшим октановым числом.
- г) **Установка момента зажигания.** Раннее зажигание может вызвать детонацию.

Контроль за детонацией

6 Для получения от двигателя наибольшей эффективности зажигание должно происходить на самой границе возникновения детонации. С этой целью все большее число современных автомобилей оснащается системой управления детонацией.

При возникновении детонации или взрывного горения в зоне камеры сгорания возникает сильная вибрация, которая улавливается специальным датчиком. Поскольку при работе двигателя наблюдается широкий спектр различных ударов и вибраций, датчик должен быть способен выделить из этого спектра только сигнал, характерный для детонации.

При начале детонации сигнал датчика поступает на блок электронного управления, который уменьшает опережение зажигания.

Такая система обычно является лишь частью общей системы управления двигателем.

Самовоспламенение

7 Рабочая смесь может воспламениться сама от контакта с горячими стенками камеры сгорания. Самовоспламенение, так же, как и детонация, сопровождается дребезжащим звуком и заметным падением мощности.

Причиной самовоспламенения чаще всего служит нагар на стенках камеры сгорания, который, обладая плохой теплопроводностью, сильно разогревается и в какой-то момент оказывается способным поджечь топливно-воздушную смесь до того, как это сделает свеча.

Двигатели старых конструкций требовали частой чистки камер сгорания, однако в современных двигателях эта необходимость значительно снизилась.

Побочный эффект нагарообразования состоит еще и том, что после выключения зажигания двигатель может продолжать работать, поскольку разогретый нагар продолжает поджигать топливо даже и при не работающей свече.

Ужесточение современных требований к составу выхлопных газов привело к созданию двигателей, работающих на обедненной смеси, которые дают меньше нагара. Кроме того, для предотвращения самопроизвольной работы двигателя с выключенным зажиганием предусматриваются устройства, отсекающие при выключении зажигания подачу воздуха или подачу топлива в карбюратор.

Процесс сгорания и вредные выбросы

В Рабочая смесь, образованная из воздуха и паров бензина, после воспламенения с помощью свечи создает мощность, которая далее передается на колеса автомобиля. Но кроме этого сгорающая рабочая смесь создает и выхлопные газы, которые выбрасываются в атмосферу.

Если соотношение воздуха и топлива в смеси около 14,7 : 1 (стохиометрическое число), теоретически должно произойти полное сгорание топлива, в результате чего должны образоваться безвредные продукты - вода и углекислый газ. Однако практически из-за не идеального смесеобразования не весь углерод топлива успевает полностью окислиться и в выхлопных газах остаются окись углерода (СО - угарный газ) и чистый кислород.

Полного сгорания топлива достичь никогда не удастся и оставшиеся в выхлопных газах вредные продукты неполного сгорания загрязняют атмосферу. Вредные примеси составляют примерно 1% выхлопных газов и включают в себя окись углерода (СО), окислы азота (NO_x) и углеводород (НС).

Содержание всех трех составляющих зависит от состава смеси, но проблема состоит в том, что их невозможно снизить все одновременно: так, при уменьшении содержания СО и НС повышается NO_x и наоборот.

Окислы азота (NO_x) не имеют запаха и вкуса, но при взаимодействии с кислородом воздуха образуют двуокись азота NO_2 - газ красно-коричневого цвета, который при вдыхании вызывает раздражение легких.

Соединяясь с водой, окислы азота образуют азотную кислоту, выпадающую на землю в виде "кислотного дождя".

Углеводороды (НС) всегда присутствуют в выхлопных газах и представляют угрозу здоровью. Они являются остатками нефтепродуктов - топлива и масла, которые попадают в атмосферу из-за неполного сгорания в цилиндре. Они могут также просачиваться в картер из цилиндра и наоборот - из картера в цилиндр. Кроме того, углеводороды могут попадать в атмосферу в виде паров топлива из не герметичных частей топливной системы, в частности, из бака и карбюратора.

Окись углерода (СО) - очень коварный газ. Не имея ни цвета, ни запаха, он блокирует эритроциты крови и не дает им переносить кислород. Известно, что даже содержание в воздухе 0,3% СО может привести к смерти человека за 30 минут.

Свинец. Соединения свинца, попавшие в организм вместе с воздухом могут вызывать поражение клеток крови, костного мозга и нервной системы. Свинец не является исходным компонентом топлива, но может присутствовать в нем в виде добавок, служащих для повышения стойкости к детонации. Около 75% свинца, добавленного к топливу, выбрасывается из двигателя с выхлопными газами, а остальная его часть поглощается моторным маслом.

В Великобритании подсчитали, что только в этой стране за год выхлопные трубы автомобилей выбрасывают в атмосферу около 3000 тонн свинца.

Каталитический преобразователь

9 Существенно снизить содержание вредных выбросов в выхлопных газах позволяет каталитический преобразователь (нейтрализатор).

Существует несколько конструкций такого устройства, но наиболее распространенным в настоящее время является преобразователь "тройного действия", поскольку он рассчитан на снижение содержания всех трех вредных компонент выхлопных газов - СО, НС и NO_x .

Преобразователь выполняет две основных функции:

- а) преобразует СО и НС в безвредный углекислый газ (CO_2) и воду (H_2O);
- б) преобразует окислы азота NO_x в безвредный азот.

Электролитический преобразователь нейтрализует около 90% всех вредных примесей, но требует выполнения двух условий:

- а) для питания двигателя не должен использоваться бензин с содержанием свинца, который может ухудшить или вообще свести к нулю нейтрализующие свойства активных элементов преобразователя, изготовленных из благородных металлов;
- б) необходимо строго выдерживать соотношение воздуха и топлива на стохиометрическом уровне 14,7 : 1 ($\lambda = 1$), что требует использования специальной системы управления составом смеси по параметру λ (лямбда) - см. рис. 6.4.

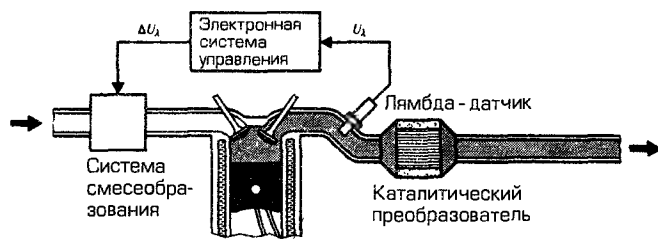


Рис. 6.4. Каталитический преобразователь тройного действия

Обратите внимание, что на рис. 6.4 преобразователь расположен в одном корпусе. Ранние конструкции состояли из нескольких корпусов.

Возможно использование каталитического преобразователя и без системы управления составом смеси, но в этом случае его эффективность в лучшем случае составит 50%.

Преобразователь должен быть расположен в таком месте выхлопной системы, где температура составляет от 400 до 800°C (см. рис. 6.5). Преобразование начинается в нем лишь при температуре выше 250°C. При температуре выше 800°C начинается термическое старение активной массы преобразователя и ее покрытия из благородных металлов.

Типичная конструкция каталитического преобразователя показана на рис. 6.6. Он содержит один или несколько керамических блоков, изготовленных из алюминиево-магниевого силиката, в которых имеется несколько тысяч сквозных отверстий, через которые проходят выхлопные газы. Силикатные блоки покрыты тонкой пленкой окиси алюминия, которая увеличивает активную площадь преобразователя в несколько тысяч раз. Снаружи планка покрыта тонким слоем из благородных металлов - родия и платины.

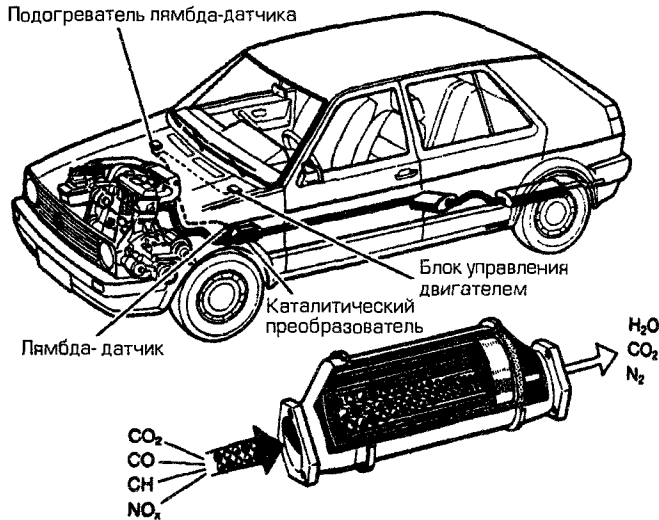
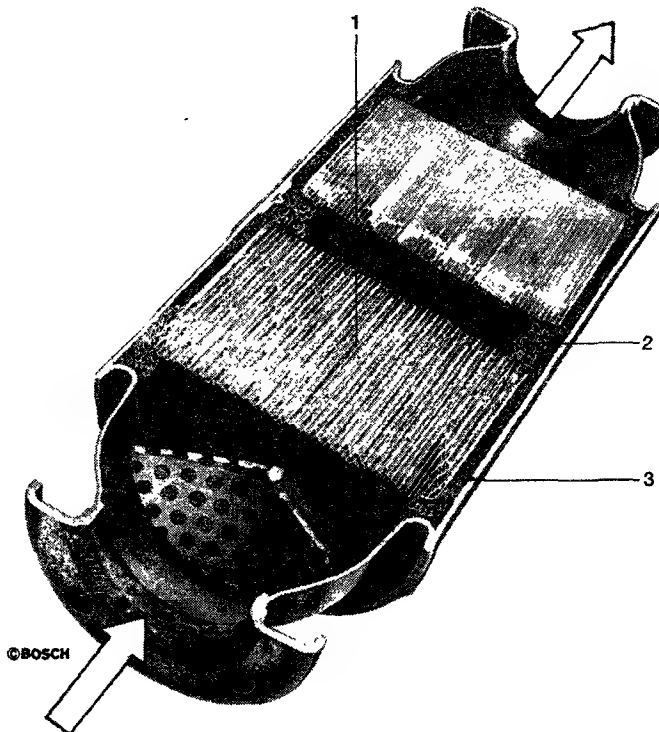


Рис. 6.5. Важное значение имеет место установки преобразователя в автомобиле



При движении газов через преобразователь в контакте с платиной и родием происходят химические преобразования вредных составляющих в безвредные.

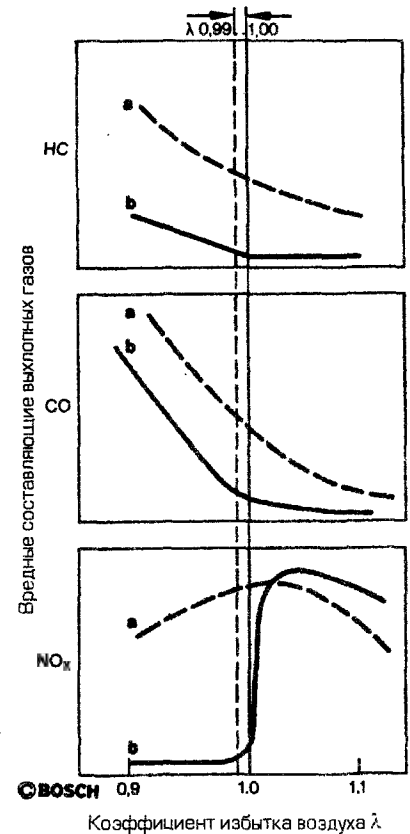
- 1 Керамика, покрытая каталитически активными материалами
- 2 Набивка из стальных волокон
- 3 Кожух преобразователя

Рис. 6.6. Каталитический преобразователь

Платина способствует окислению CO и HC, а родий - разложению окислов азота на азот и кислород.

Общая масса благородных металлов в преобразователе составляет около 3 граммов.

Результат работы преобразователя показан на рис. 6.7, из которого следует жизненная необходимость поддержания состава смеси при $\lambda = 1$. Даже небольшой сдвиг λ в сторону увеличения, т.е. в сторону обеднения смеси, приводит к резкому увеличению количества окислов азота в составе выхлопных газов.



Содержание углеводородов (CH), окиси углерода (CO) и окислов азота (NO_x) в выхлопных газах:

- а) без нейтрализации
- б) после нейтрализации

Важно точно выдерживать значение коэффициента избытка воздуха на уровне $\lambda = 1$. При сдвиге влево растет содержание CO и HC, а при сдвиге вправо - резко увеличивается содержание NO_x .

Рис. 6.7. Характеристики каталитического преобразователя

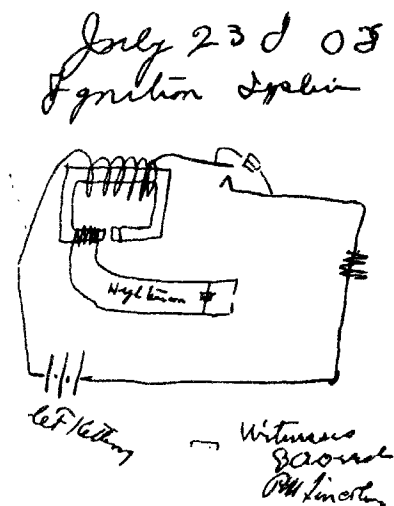


Рис. 6.В. Батарейная система зажигания - патент 1908 года

3 Системы зажигания

1 В первые 20 лет нынешнего века двигатели автомобилей для целей зажигания обычно оснащались магнето. Это генератор высокого напряжения, который приводится от двигателя и не требует аккумулятора. Однако для работы световых приборов автомобиля аккумулятор все равно потребовался, поэтому старая система зажигания была постепенно вытеснена более прогрессивной - катушечной. Такая система была впервые запатентована в 1908 году К. Ф. Кеттерингом из Dayton Engineering Laboratories Company (DELCO) и из рис. 6.8 видно, что идея не претерпела существенных изменений за прошедшие 90 лет (см. рис. 6.9).

2 Развитие электроники положило конец монополии Кеттеринга и за последние 20 лет в конструкцию систем зажигания было внесено изменений больше, чем за предыдущие 80.

Батарейно-катушечная система зажигания все еще применяется на многих автомобилях и понимание принципов ее работы имеет важное значение, хотя теперь она является лишь частью большой группы разнообразных систем (см. рис. 6.10).

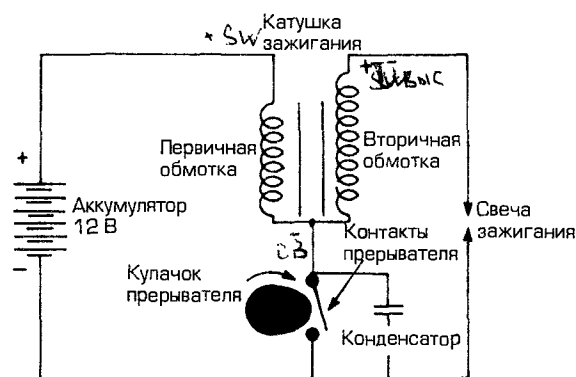


Рис. 6.9. Современная система зажигания с аккумулятором и катушкой

Все эти системы в той или иной мере будут рассмотрены в этой главе, но здесь мы хотим отметить главную общую черту всех существующих систем зажигания - все они содержат катушку зажигания. Эта деталь системы осталась неизменной, все отличия касаются лишь способа ее подключения.

4 Система зажигания с батареей и катушкой

1 В основе работы системы зажигания с катушкой лежат открытые в 1831 году Майклом Фарадеем законы электромагнитной индукции.

Если проводник движется относительно магнитного поля, то в проводнике индуцируется э.д.с.

К этому принципу мы будем в этой книге возвращаться многократно, поскольку для понимания принципов работы автомобильного электрооборудования он имеет важное значение.

2 Как было отмечено в главе 1, индуцированная э.д.с. зависит от:

- длины участка проводника, находящегося в магнитном поле;
- скорости относительного перемещения проводника и магнитного поля;

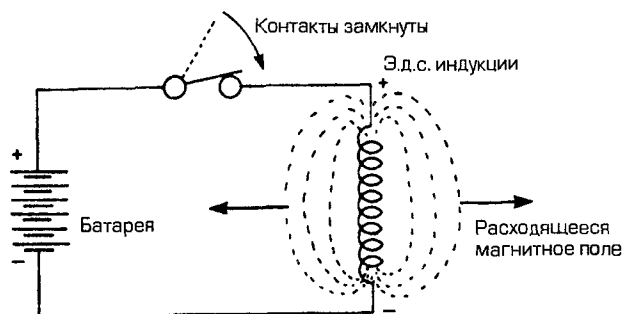


Рис. 6.11. Образование магнитного поля

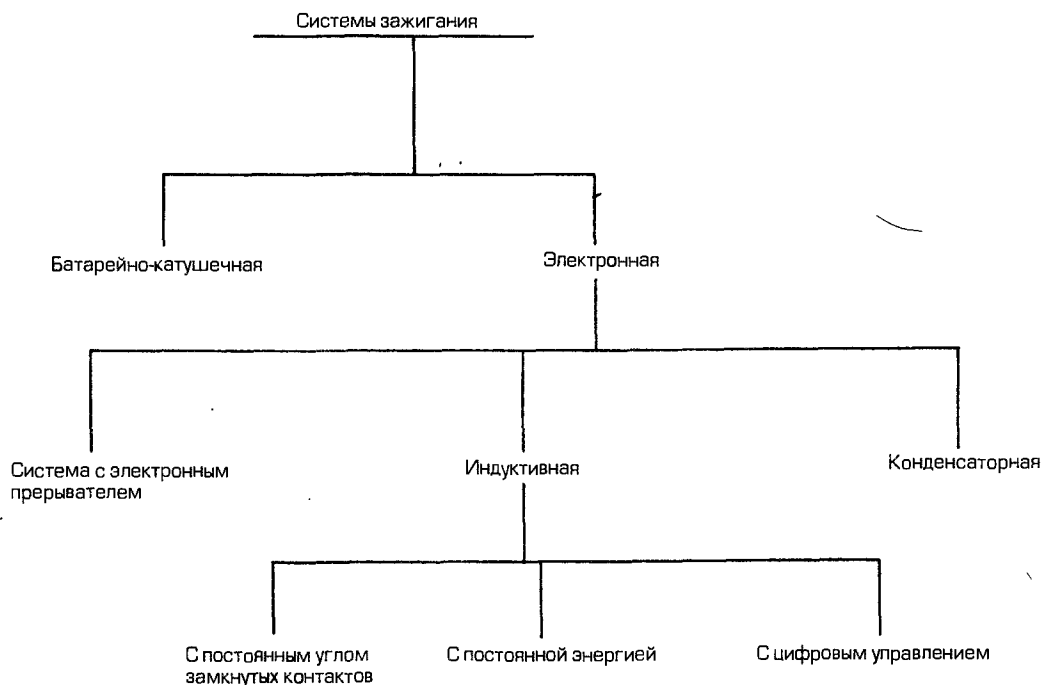


Рис. 6.10. Классификация систем зажигания

в) напряженности магнитного поля.

Магнитное поле может быть образовано, например, постоянным магнитом, однако в системе зажигания магнитное поле образуется за счет пропускания постоянного тока от аккумулятора через первичную обмотку катушки (см. рис. 6.11).

3 При замыкании контактов ток, проходящий через обмотку катушки, вызовет появление магнитного поля, которое начнет расходиться в окружающее пространство. Пересекая витки катушки, поле наведет в ней э.д.с. индукции, которая будет направлена против напряжения батареи (см. рис. 6.12). Если теперь разорвать контакты, магнитное поле начнет исчезать внутрь катушки, опять пересекая витки ее обмотки. Таким образом, в обоих случаях мы имеем дело с магнитным полем, движущимся относительно проводов обмотки, и в обоих случаях в катушке будет наводиться э.д.с. индукции. В течение очень короткого промежутка времени, пока исчезает магнитное поле, в катушке может наводиться э.д.с. до 300 В.

4 Заметим, что индуцированная э.д.с. не имеет никакой связи с напряжением батареи - последняя служит лишь средством создания магнитного поля. Контакты являются средством быстрого изменения направления движения магнитного поля,

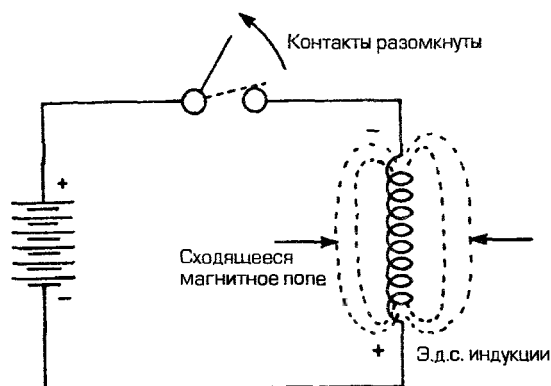


Рис. 6.12. Исчезновение магнитного поля

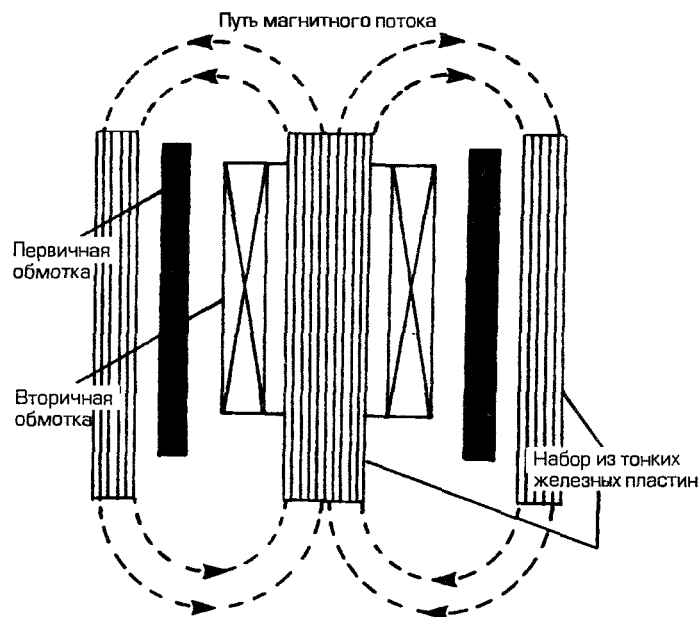


Рис. 6.13. Обмотки и магнитопровод катушки зажигания

благодаря чему создается движение магнитного поля относительно обмотки катушки.

5 Для свечи зажигания требуется очень высокое напряжение - порядка нескольких тысяч вольт. Для создания такого напряжения можно поверх первой обмотки намотать вторую с очень большим числом витков - эти обмотки называют соответственно первичной и вторичной. Вторичная обмотка находится в том же магнитном поле, что и первичная, поэтому в каждом ее витке будет наводиться такая же э.д.с. как и в витке первичной обмотки. Поскольку вторичная обмотка состоит из нескольких тысяч витков, суммарное напряжение в ней оказывается достаточным для работы свечи.

6 Устройство катушки зажигания показано на рис. 6.13 и 6.14. Вторичная обмотка катушки содержит 20 000 витков тонкого эмалированного провода, намотанного на железный сердечник. Поверх вторичной намотана первичная обмотка, состоящая из 300 витков эмалированного провода диаметром 0.5 мм, которая способна пропускать ток силой около 3 А от аккумулятора. Обмотки изолированы друг от друга бумагой или лентой. По существу, катушка является трансформатором напряжения с коэффициентом трансформации примерно 66:1. Для того, чтобы не допустить большого рассеяния магнитного поля, катушка снаружи закрыта кожухом из магнитопроводящего металла.

7 Обе обмотки одним концом подсоединены к общей клемме катушки, которая имеет маркировку (-) или СВ. Второй конец первичной обмотки подсоединен к клемме с маркировкой (+) или SW. Второй конец вторичной обмотки обычно выходит из центра катушки и имеет хорошую изоляцию относительно корпуса и других элементов катушки. В конечном счете этот конец предназначен для питания свечей зажигания высоким напряжением.

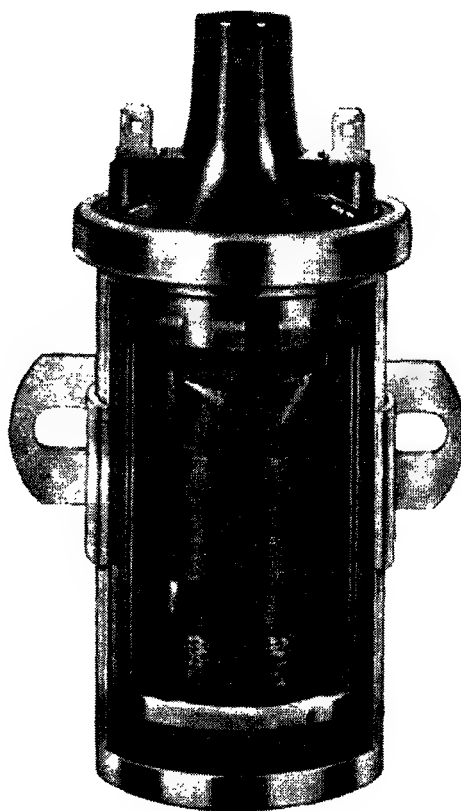


Рис. 6.14. Конструкция катушки зажигания

5 Конденсатор

1 Параллельно контактам прерывателя включен конденсатор, который предотвращает искрение контактов при их размыкании. При искрении контактов могут возникнуть следующие неприятности:

- значительное снижение индуцированного напряжения во вторичной обмотке;
- эрозия и постепенное разрушение контактов.

Ниже сказано о том, как конденсатор позволяет преодолеть эти недостатки.

2 При размыкании контактов прерывателя, ток в первичной обмотке, а вместе с ним и магнитное поле, резко уменьшаются. При этом как в первичной, так и во вторичной обмотках возникает э.д.с индукции:

- только пока изменяется ток;
- в зависимости от скорости уменьшения магнитного потока.

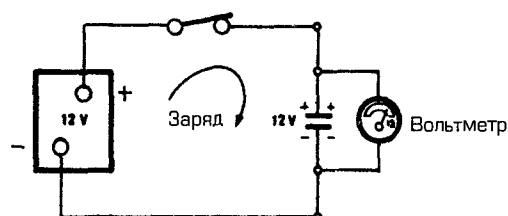
3 В момент размыкания контактов напряжение индукции первичной катушки оказывается приложенным к контактам. Под действием этого напряжения может начаться искровой пробой только что образовавшегося маленького воздушного зазора и ток будет

продолжать идти через открывающийся зазор. Таким образом, ток не упадет мгновенно до нуля, а будет продолжать идти между контактами в форме искры. Хотя этот процесс длится несколько миллисекунд, этого будет достаточно, чтобы существенно уменьшить напряжение во вторичной обмотке.

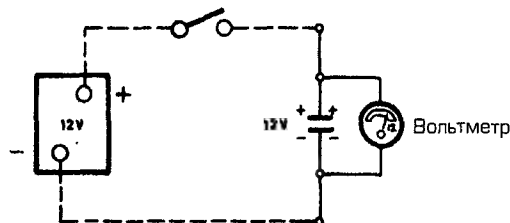
4 Хорошим решением этой проблемы является конденсатор, включенный параллельно контактам. Основное свойство конденсатора состоит в том, что он может накапливать и сохранять заряд. Заряд, который может содержать в себе конденсатор, зависит от его конструктивных особенностей, а также от напряжения.

5 Интересной особенностью конденсатора является то, что по мере накопления заряда напряжение на его клеммах увеличивается. Если разорвать цепь питания конденсатора, то накопленный заряд и напряжение на его клеммах будет довольно долго сохраняться (см. рис. 6.15).

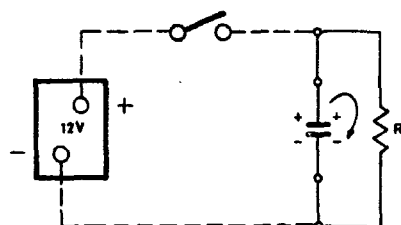
6 Следует заметить, что если заряд (измеряемый в Кулонах) течет по проводу, то скорость утечки заряда есть сила тока. Так, если по проводу проходит 1 Кулон в течение 1 секунды, то сила тока в проводе равна 1 Амперу. Мерой способности конденсатора накапливать заряд является его емкость, измеряемая в **фарадах**. Реально фарада - слишком большая единица, поэтому более распространенной единицей измерения емкости является одна



При замкнутых контактах батарея накапливает заряд в конденсатор подобно насосу. Заряд будет продолжаться, пока напряжение на клеммах конденсатора не сравняется с напряжением батареи, после чего ток заряда прекратится



При отключении батареи ЗАРЯД и НАПРЯЖЕНИЕ конденсатора сохраняются



Если параллельно конденсатору подключить резистор, то заряд будет из конденсатора утекать, а напряжение падать. При большом сопротивлении напряжение будет падать медленно и наоборот.

Рис. 6.15. Удержание конденсатором заряда

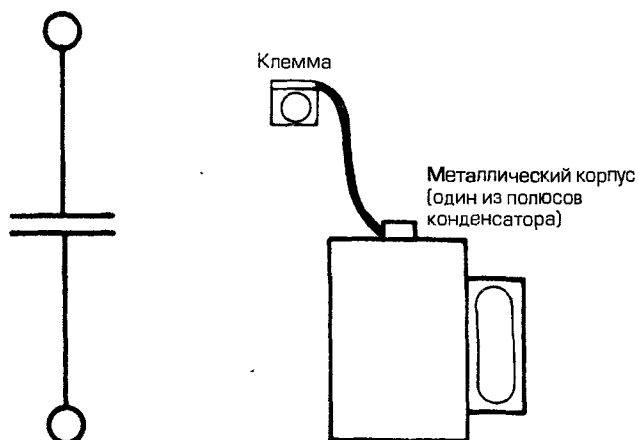


Рис. 6.16. Конденсатор системы зажигания - условное обозначение и внешний вид

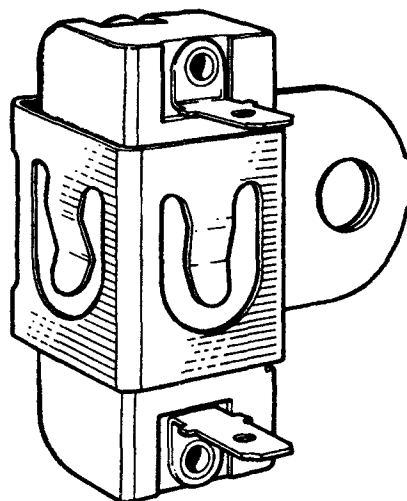


Рис. 6.17. Балластный резистор

миллионная часть фарады, или микрофарада (мкФ). Конденсатор системы зажигания (см. рис. 6.16) обычно имеет емкость около 0,2 мкФ.

7 Теперь в момент размыкания контактов ток из первичной обмотки устремится не в зазор между контактами, а пойдет на заряд конденсатора, который быстро зарядится до напряжения аккумулятора и не позволит больше течь току в цепи первичной обмотки. Таким образом ток в первичной обмотке падает до нуля значительно быстрее, чем при отсутствии конденсатора. Это приводит к тому, что:

- а) напряжение во вторичной обмотке катушки зажигания стало выше;
 - б) не происходит никакой эрозии контактов прерывателя.
- К сожалению, п. б) на практике выполняется не полностью.

6 Катушка зажигания с балластным сопротивлением

1 При пуске двигателя напряжение на клеммах конденсатора существенно понижается, поскольку ток стартера может достигать 300 А и даже больше. Такое падение напряжения при тяжелых условиях пуска может нарушить работу системы зажигания.

2 В некоторых системах зажигания при работающем двигателе в цепь первичной обмотки катушки последовательно включено балластное сопротивление (см. рис. 6.17). При повороте ключа зажигания на старт контакты электромагнита стартера шунтируют балластное сопротивление, так что первичная обмотка оказывается под полным напряжением аккумулятора. Как только двигатель заработает и водитель отпустит ключ зажигания, балластный резистор снова включается последовательно с первичной обмоткой катушки зажигания и система работает в штатном режиме. Таким образом, эта система позволяет повысить напряжение на первичной обмотке катушки только на период работы стартера (см. рис. 6.18).

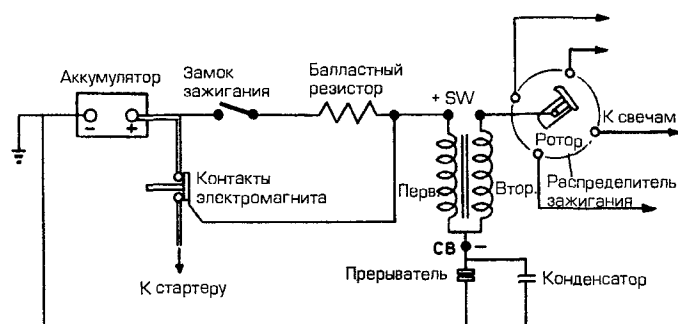


Рис. 6.18. Схема системы зажигания с балластным сопротивлением

3 Балластный резистор имеет сопротивление примерно равное сопротивлению первичной обмотки катушки зажигания. Таким образом, при работающем двигателе на первичную обмотку подается примерно половина напряжения аккумулятора. Это значит, что система зажигания должна быть рассчитана на работу при меньшем напряжении. В некоторых автомобилях роль балластного резистора выполняет провод с большим удельным сопротивлением.

4 Система с балластным резистором имеет несколько достоинств:

- а) повышается надежность холодного пуска двигателя;
- б) первичная обмотка катушки зажигания имеет меньшую индуктивность, благодаря чему увеличивается скорость возрастания тока при включении контактов и такая схема лучше работает при высоких скоростях двигателя;
- в) поскольку обмотка работает при половинном напряжении, снижается ее температура и повышается эффективность работы катушки.

5 На некоторых французских машинах применяется температурозависимый балластный резистор. Он изготовлен из полупроводникового материала, который имеет небольшое сопротивление в холодном состоянии, т.е. при пуске двигателя, и повышает сопротивление по мере прогрева двигателя. Таким образом, при холодном пуске двигателя почти все напряжение аккумулятора оказывается на первичной обмотке катушки, а после пуска двигателя напряжение на ней постепенно понижается.

7 Контактный прерыватель

1 Контакты прерывателя открываются кулачком, расположенным на валу распределителя зажигания (см. ниже). Кулачок вращается со скоростью, равной половине скорости коленчатого вала (в случае четырехтактного двигателя). Конструкция блока прерывателя предусматривает установку конденсатора, а также возможность регулировки зазора между контактами - жизненно важный фактор для нормальной работы двигателя (см. рис. 6.19).

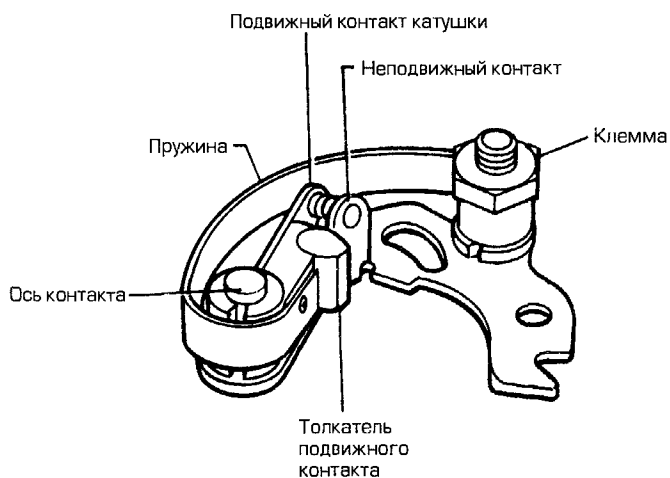


Рис. 6.19. Блок контактов прерывателя

2 Очень важно в процессе эксплуатации двигателя правильно регулировать зазор контактов прерывателя. Правильно отрегулированный зазор должен обеспечивать достаточное время для того, чтобы в первичной катушке зажигания после замыкания контактов успевал установиться расчетный ток. Дело в том, что катушка зажигания обладает индуктивностью, которая замедляет нарастание тока, подобно тому, как инерция препятствует раскручиванию маховика из состояния покоя до заданной скорости.

3 По этой причине важно, чтобы контакты не оставались разомкнутыми слишком долго, иначе время замкнутого состояния может оказаться недостаточным. Мерой времени замкнутого состояния контактов является угол поворота кулачка прерывателя. а способ регулировки этого угла сводится к регулировке зазора

контактов в разомкнутом состоянии. Установка зазора с помощью щупов является устаревшим способом, поскольку установка производится на остановленном двигателе, тогда как при его вращении угол замкнутого состояния может измениться из-за действия сил инерции.

4 Некоторые автомобили Austin Rover и Ford оснащены распределителями зажигания Lucas со скользящим контактом. Толкатель подвижного контакта имеет на своем основании два небольших выступа, которые упираются в наклонную направляющую. Направляющая вставлена в вилочный привод толкателя, установленный на оси подвижного контакта.

5 Когда вакуумный регулятор поворачивает опорную пластину контактов, выступы толкателя подвижного контакта скользят по наклонной направляющей, заставляя толкатель и подвижный контакт подниматься. При этом подвижный контакт скользя по неподвижному контакту, имеющему больший размер. Такое относительное перемещение контактов способствует их

самоочищению и препятствует развитию эрозии и питтинга. Фирма гарантирует ресурс контактов не менее 25 000 миль.

8 Угол замкнутого состояния контактов

1 Угол замкнутого состояния контактов определяется как угол поворота кулачка прерывателя, в течение которого контакты остаются в замкнутом состоянии для одного цикла зажигания. Установка этого угла имеет очень важное значение. Увеличение

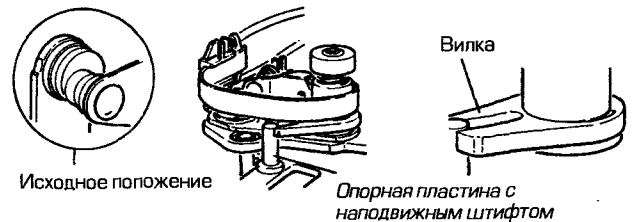
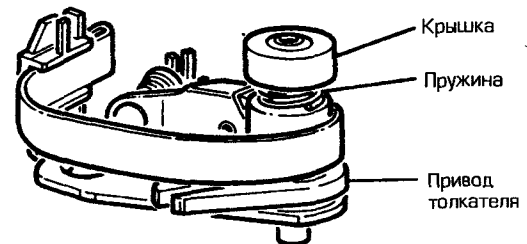


Рис. 6.20. Прерыватель со скользящим контактом

При приближении оси подвижного контакта к оси вращения вала увеличивает зазор. При этом контакты поздно замыкаются и рано размыкаются, угол замкнутого состояния уменьшается, увеличивается опережение зажигания.

При удалении оси подвижного контакта от оси вала уменьшает зазор. При этом контакты рано замыкаются и поздно размыкаются, угол замкнутого состояния увеличивается, опережение зажигания уменьшается.

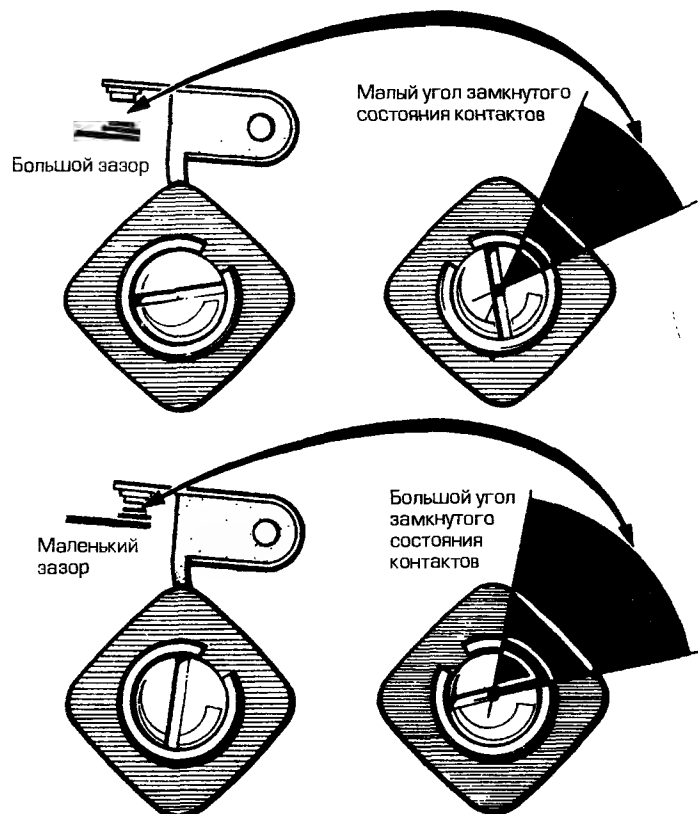


Рис. 6.21. Угол замкнутого состояния контактов

зазора сокращает угол. Изменение зазора приводит к тому, что толкатель подвижного контакта набегает на кулачок прерывателя раньше или позже (см. рис. 6.21).

2 Неправильная установка зазора может иметь неприятные последствия, поскольку при малом значении угла замкнутого состояния контактов ток в первичной обмотке катушки зажигания не достигнет необходимого уровня и система зажигания, особенно на высоких оборотах начнет давать сбои. Слишком большой угол замкнутого состояния может привести к пригоранию контактов.

3 Как зазор между контактами, так и угол замкнутого состояния контактов должны находиться в пределах, регламентированных изготовителем. Если оба требования одновременно выполнить не удастся, значит прерыватель неисправен.

4 Изменение угла замкнутого состояния контактов численно равно изменению угла опережения зажигания (см. рис. 6.22). Если, например, угол замкнутого состояния контактов в результате регулировки изменился на 12° , значит точка размыкания контактов сдвинулась на 6° поворота кулачка. Но 6° поворота вала распределителя равносильно 12° поворота коленчатого вала.

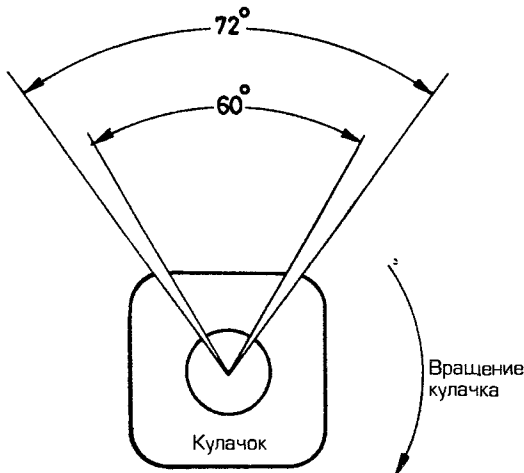


Рис. 6.22. Меняется угол замкнутого состояния контактов - меняется угол опережения

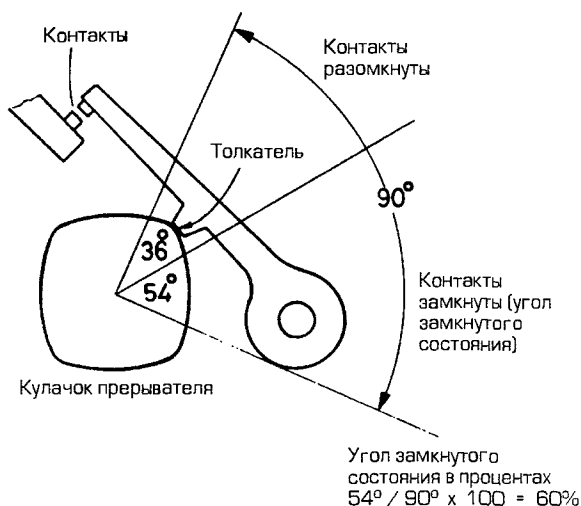


Рис. 6.23. Угол замкнутого состояния контактов в градусах и в процентах

5 Угол замкнутого состояния можно выразить в градусах или в процентах от полного оборота вала распределителя.

Пример

Кулачок 4-цилиндрового двигателя с 4 выступами разделен на равные промежутки по 90° . В пределах этого угла контакты должны разомкнуться и снова замкнуться - этот процесс займет часть одного периода. В примере, показанном на рис. 6.23 контакты находятся в замкнутом состоянии на протяжении 54° , а в разомкнутом состоянии - остальные 36° . Угол замкнутого состояния в процентах будет:

$$54^\circ / 90^\circ \times 100 = 60\%$$

$$\frac{54 \cdot 100}{90} = 60\%$$

Можно вновь вернуться к угловым единицам:

$$60 / 100 \times 90^\circ = 54^\circ$$

Угол 54° в действительности является типичным значением угла замкнутого состояния контактов для 4-цилиндровых двигателей. Использование процентного выражения угла предпочтительнее, поскольку оно не зависит от числа цилиндров.

6 Существуют приборы для точного измерения угла замкнутого состояния контактов, однако надо внимательно считывать показания со шкалы прибора, поскольку одна шкала предназначена для двигателей с разным числом цилиндров. Например, если прибор показывает угол замкнутого состояния 60% , то для двигателей с разным числом цилиндров результат в угловых единицах будет совершенно различным:

$$\text{Для одноцилиндрового двигателя } 60 / 100 \times 360^\circ = 216^\circ$$

$$\text{Для четырехцилиндрового } 60 / 100 \times 90^\circ = 54^\circ$$

$$\text{Для шестицилиндрового } 60 / 100 \times 60^\circ = 36^\circ$$

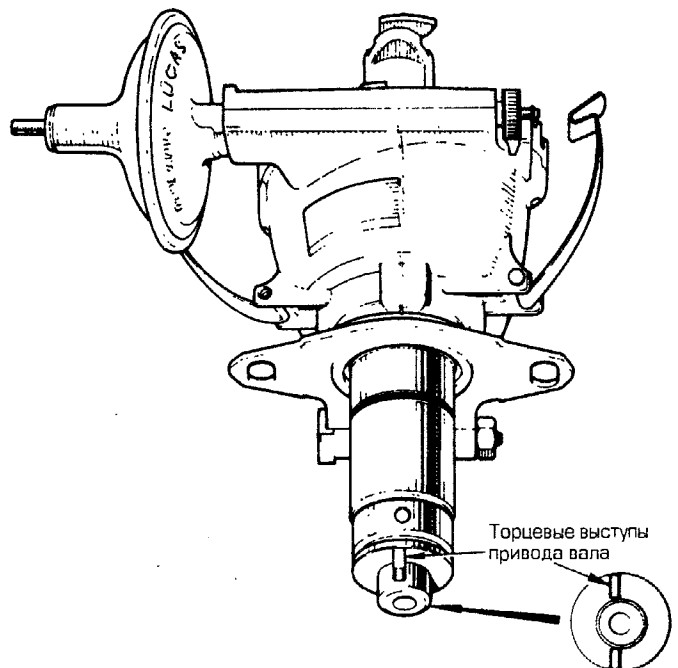


Рис. 6.24. Привод распределителя с помощью торцевых выступов

9 Распределитель зажигания

1 Как подсказывает наименование, распределитель зажигания передает высокое напряжение зажигания по очереди на свечи в необходимой последовательности, а также выполняет некоторые другие функции системы зажигания. Как правило, распределитель зажигания совмещает в себе следующие функции:

- а) передает искру на свечи в необходимой последовательности;
- б) управляет включением и выключением первичной обмотки катушки зажигания;
- в) регулирует угол опережения зажигания в зависимости от скорости работы двигателя;
- г) регулирует опережение зажигания в зависимости от нагрузки двигателя.

2 Вал распределителя вращается со скоростью, равной половине скорости коленчатого вала (в четырехтактных двигателях) и соединен с валом привода с помощью торцевых выступов (см. рис. 6.24) или зубчатой передачи (см. рис. 6.25).

3 Контакты прерывателя смонтированы на основании, которое может в некоторых пределах поворачиваться вокруг оси кулачка. Поворот основания осуществляется с помощью вакуумного привода (см. рис. 6.26), связанного шлангом с впускным коллектором (см. также параграф 11).

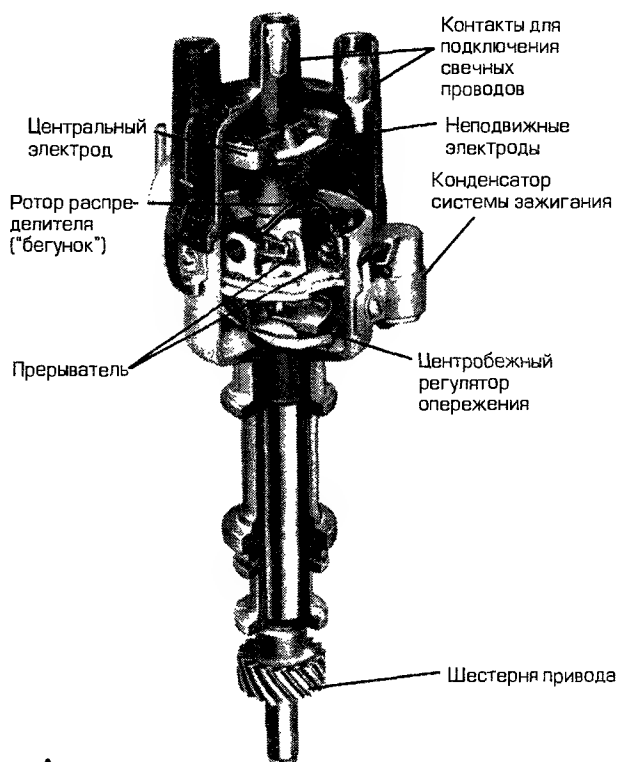


Рис. 6.25. Привод распределителя с помощью зубчатой передачи

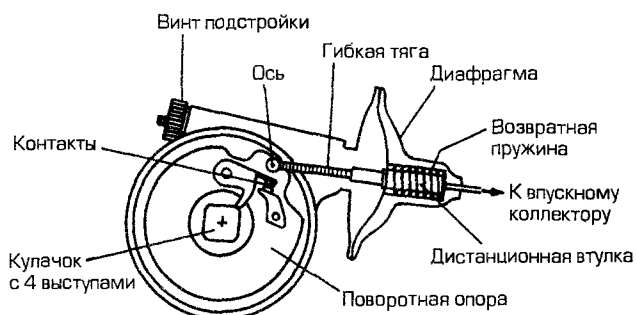


Рис. 6.26. Вакуумный регулятор опережения

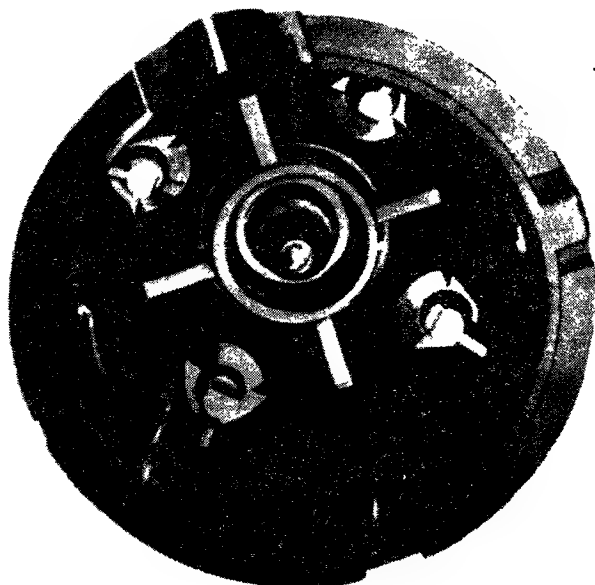


Рис. 6.27. Крышка распределителя - вид изнутри

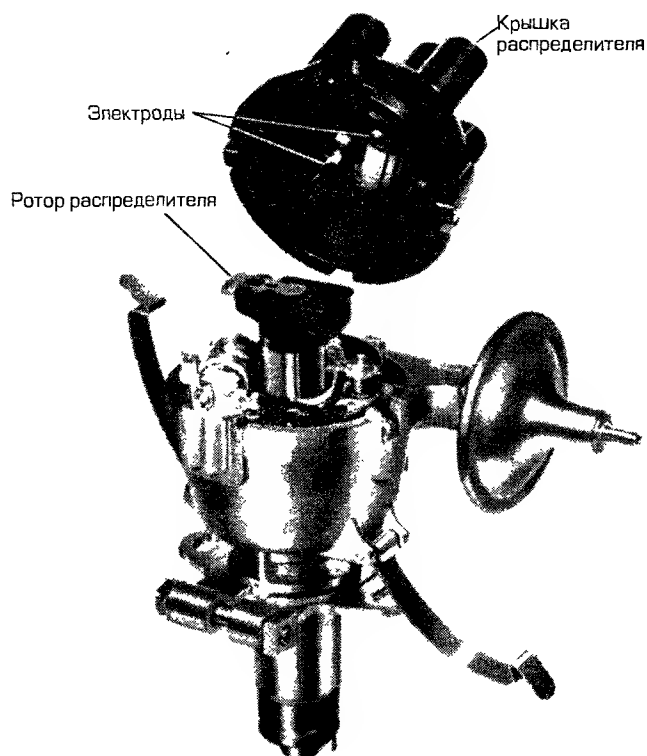


Рис. 6.28. Ротор и крышка распределителя



Рис. 6.29. Типичный ротор распределителя

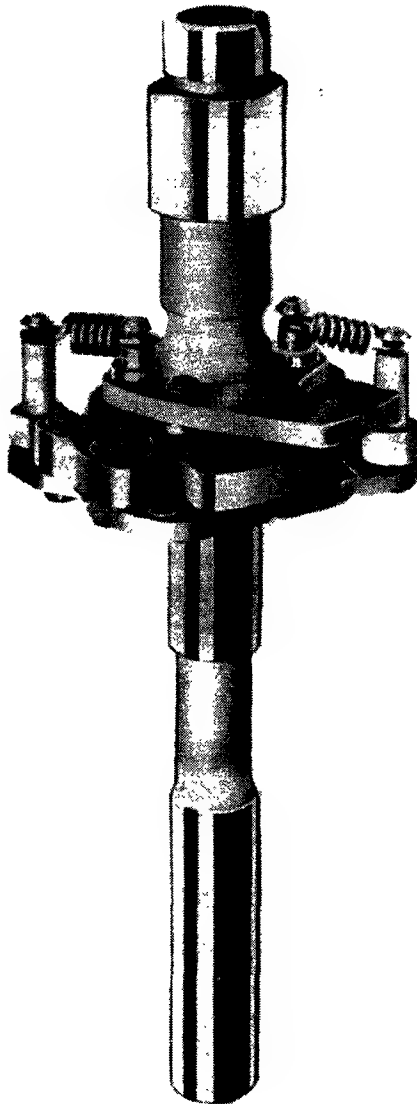


Рис. 6.30. Центробежный регулятор опережения зажигания

4 Механизм прерывателя, который встроен в распределитель, включает в себя кулачок с числом выступов, равным числу цилиндров. При вращении вала распределителя кулачок, воздействуя через толкатель на рычаг подвижного контакта, размыкает и замыкает контакты прерывателя. Величина раскрытия контактов зависит от конфигурации кулачка и от положения неподвижного контакта, которое можно менять в некоторых пределах при настройке.

5 Крышка распределителя (см. рис. 6.27) отлита из высококачественного карболита. Она предохраняет механизм и контакты узла от пыли и влаги, а также служит основанием контактов свечных проводов (см. 6.28 и 6.29), на которые по очереди подается высокое напряжение с центральной клеммы крышки через вращающийся контакт ротора. Центральная клемма крышки связана высоковольтным проводом с вторичной обмоткой катушки зажигания. Высокое напряжение с центральной клеммы передается на подвижный контакт ротора через подпружиненный графитовый электрод.

6 Автоматическое регулирование опережения в зависимости от частоты вращения двигателя осуществляется с помощью центробежного регулятора (см. рис. 6.30), смонтированного на валу распределителя. Регулятор включает в себя два подпружиненных грузика, которые под действием центробежных сил расходятся и через рычажную передачу поворачивают основание контактов прерывателя относительно кулачка, тем самым меняя момент размыкания контактов в зависимости от скорости вращения вала.

10 Характеристика центробежного регулятора опережения зажигания

1 Опережение зажигания, необходимое для работы двигателя на разных скоростях, определяется разработчиком для каждого конкретного типа двигателя экспериментально. Суть эксперимента состоит в том, что для разных скоростей работы двигателя подбирается такое опережение, при котором достигается максимальная мощность. Для типичного 4-тактного автомобильного двигателя зависимость угла опережения от скорости выглядит примерно так, как изображено на рис. 6.31. В идеале регулятор опережения должен воспроизводить эту функцию, но практически этого достичь не удастся и приходится довольствоваться некоторым компромиссным решением.

2 Пружины, возвращающие на место центробежные грузики регулятора опережения, имеют линейную характеристику, т.е. их удлинение пропорционально приложенной силе. Соответственно и регулятор с такими пружинами будет иметь линейную характеристику

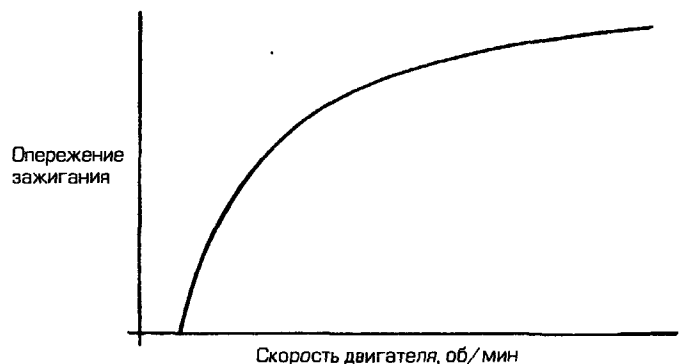


Рис. 6.31. Типичная кривая опережения зажигания

тику - см. рис. 6.32 (две линии на рисунке показывают допустимые границы). Обратите внимание на то, что регулирование заканчивается при скорости вала распределителя около 2000 об/мин (что соответствует скорости двигателя 4000 об/мин), когда подвижное основание контактов прерывателя достигает ограничительного упора.

3 Более сложную кривую можно получить с помощью двух пружин с разной жесткостью. В такой конструкции вторая пружина изначально не препятствует грузикам расходиться, поскольку один ее конец выполнен в виде удлиненной петли, а вступает в действие только при некотором удалении грузиков от исходного положения. Характеристика такого регулятора показана на рис. 6.33.

4 Сначала такой регулятор быстро увеличивает опережение, примерно на 9° за первые 400 об/мин, пока грузики удерживаются только одной пружиной. Затем, когда вступает в работу вторая пружина, темп повышения опережения замедляется и при скорости вала распределителя около 1350 об/мин прекращается

совсем, когда угол опережения возрастает на $18 \dots 20^\circ$. Эта характеристика типична, но может варьироваться для разных двигателей.

5 Как упоминалось выше, вступление в действие второй пружины задерживается за счет удлиненной петли на одном из ее концов. Размеры петли должны выдерживаться достаточно точно, иначе вид характеристики будет иным и двигатель не будет работать в оптимальном режиме.

11 Вакуумный регулятор опережения

1 Центробежный регулятор изменяет опережение зажигания в зависимости от скорости вращения двигателя, чтобы дать рабочей смеси время для полного сгорания. Однако при движении автомобиля с постоянной скоростью и при малой нагрузке двигатель работает на обедненной смеси, скорость горения которой замедляется. Поэтому для такого режима движения требуется дополнительное опережение.

2 Для регулирования опережения в зависимости от нагрузки двигателя используется тот факт, что при больших нагрузках, т.е. при полностью открытом дросселе, разрежение во впускном коллекторе сравнительно мало, тогда как при малых нагрузках, когда заслонка прикрыта, разрежение возрастает (см. рис. 6.34).

3 Отверстие в коллекторе рядом с заслонкой соединено шлангом с вакуумной камерой, внутри которой установлена подпружиненная диафрагма. Диафрагма соединена тягой с подвижной опорой контактов прерывателя. При повышении разрежения диафрагма втягивается и через тягу поворачивает опору контактов в сторону, противоположную вращению кулачка, тем самым увеличивая опережение зажигания (см. рис. 6.35). Сила, создаваемая разрежением на диафрагме, уравновешивается пружиной. Поворот опоры контактов определяется ходом тяги, которая имеет ограничительный упор. Начальное положение вакуумного регулятора выставляется с помощью зажима на основании его корпуса, или микрометрического винта (см. рис. 6.36).

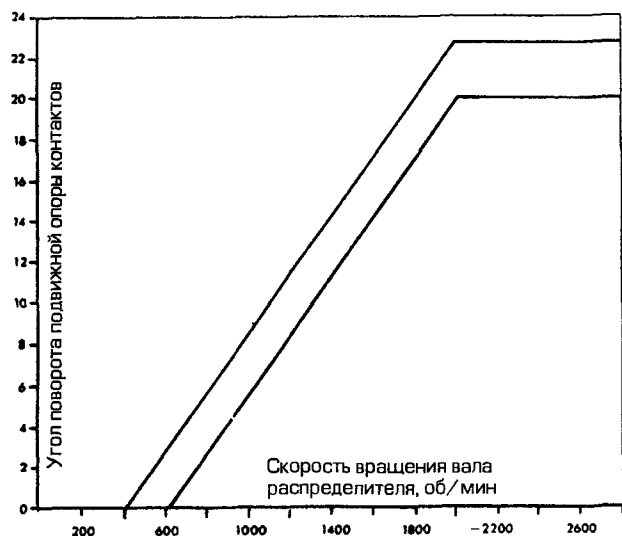


Рис. 6.32. Типичная характеристика регулятора опережения с линейной пружиной

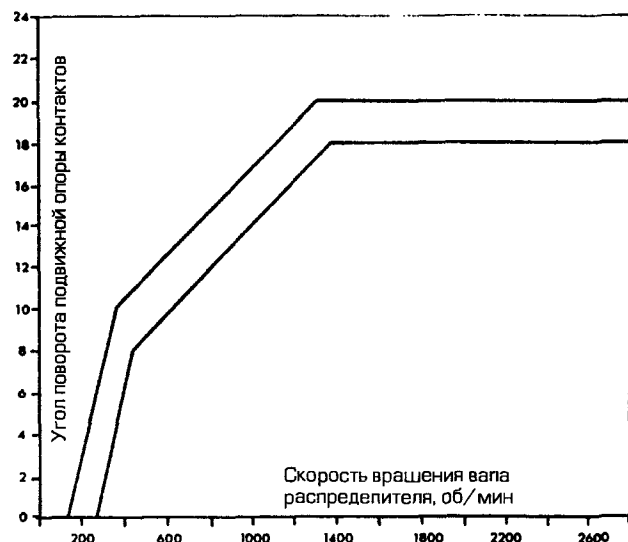


Рис. 6.33. Характеристика регулятора опережения с двумя пружинами

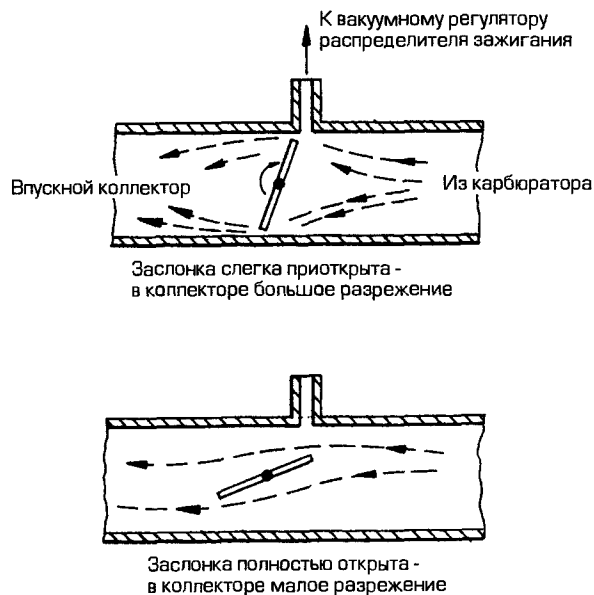


Рис. 6.34. Разрежение во впускном коллекторе

4 Вакуумный регулятор вступает в работу при следующих обстоятельствах:

- а) На холостом ходу разрежение во впускном коллекторе велико, поскольку дроссельная заслонка почти закрыта. Однако вакуумный регулятор при этом отключен, поскольку дроссельная заслонка отсекает приемное отверстие вакуумного шланга.
- б) При движении с постоянной скоростью по ровной дороге двигатель работает с малой нагрузкой и заслонка лишь слегка приоткрыта. Тем не менее вакуум передается в камеру регулятора и регулятор увеличивает опережение.

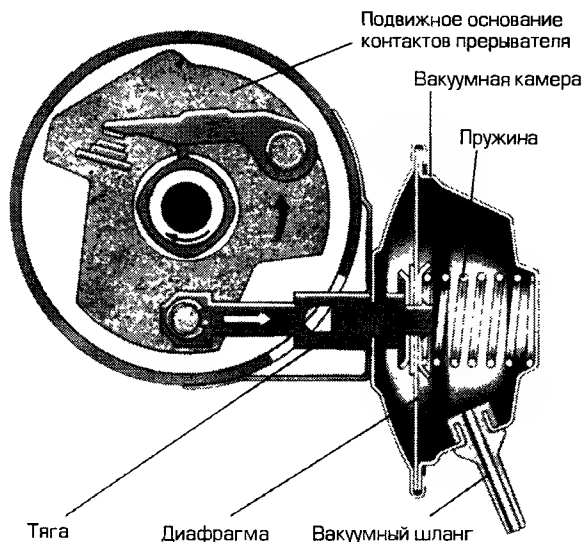


Рис. 6.35. Вакуумный регулятор опережения

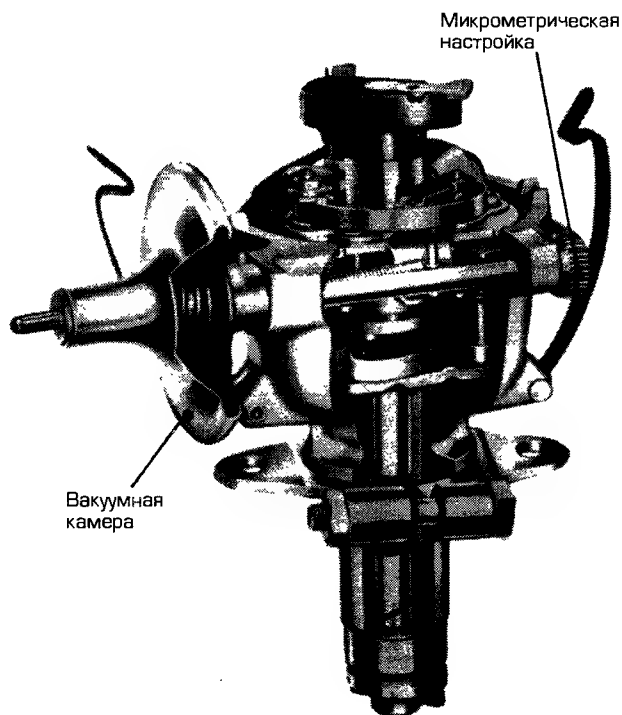


Рис. 6.36. Вакуумный регулятор с микрометрическим винтом

- в) Для полной загрузки двигателя водитель нажимает до конца педаль акселератора и полностью открывает дроссельную заслонку. Разрежение во впускном коллекторе значительно понижается и пружина вакуумного регулятора возвращает контакты прерывателя в исходное положение. Опережение зажигания определяется теперь только центробежным регулятором.

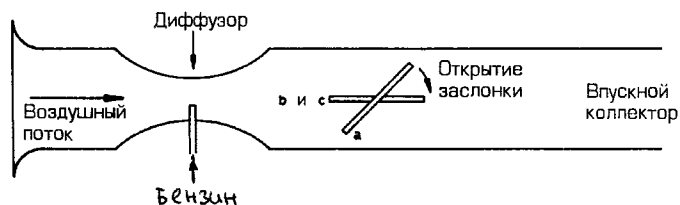
На рис. 6.37 показано изменение давления во впускном тракте.

5 Интересный метод вакуумного регулирования опережения зажигания применен фирмой Ducellier (см. рис. 6.38). Вакуумный привод поворачивает ось, на которой эксцентрично расположен шарнир подвижного контакта прерывателя, тем самым перемещая толкатель подвижного контакта относительно кулачка. При этом зазор между контактами при отсутствии вакуума и при его максимальном значении оказывается различным.

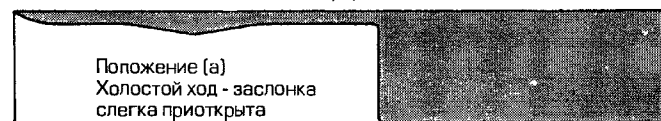
12 Двухкамерный вакуумный регулятор опережения

1 На рис. 6.39 показан вакуумный регулятор опережения с двумя диафрагмами, установленными в двух отдельных вакуумных камерах. Одна камера, называемая первичной, соединена шлангом с впускным трактом в точке, расположенной рядом с дроссельной заслонкой, как в регуляторе с одной камерой. Вторая камера соединена с впускным трактом за дроссельной заслонкой. Эта камера называется вторичной.

Регулирующее усилие диафрагм направлено навстречу друг другу.



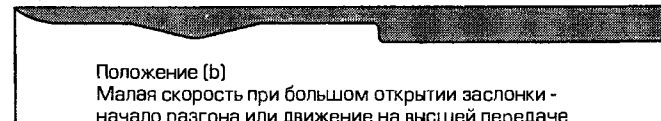
Разрежение (давление ниже атмосферного)



Положение (а)
Холостой ход - заслонка
слегка приоткрыта

Такая же ситуация - движение на спуске с большой скоростью

Разрежение (давление ниже атмосферного)



Положение (б)
Малая скорость при большом открытии заслонки -
начало разгона или движение на высшей передаче

Разрежение (давление ниже атмосферного)



Положение (с)
Высокая скорость при полном открытии заслонки

Рис. 6.37. Давление во впускном воздушном тракте двигателя

2 Исследования показали, что при работе двигателя на холостом ходу или при движении автомобиля на спуске при закрытой дроссельной заслонке количество вредных составляющих в

выхлопных газах снижается, если уменьшить опережение зажигания.

Большое разрежение, возникающее в коллекторе на холостом ходу, передается в левую камеру (см. рис. 6.39) и тяга регулятора поворачивает опору контактов распределителя в сторону уменьшения опережения.

При частично открытой заслонке вакуум подается в обе камеры и опережение регулируется в соответствии с углом открытия заслонки.

При полном открытии заслонки разрежение в обеих камерах мало и положение тяги определяется равновесием пружин регулятора. Пружина вторичной камеры имеет большую жесткость и передвигает тягу вправо до упора в ограничитель (А). В этом положении

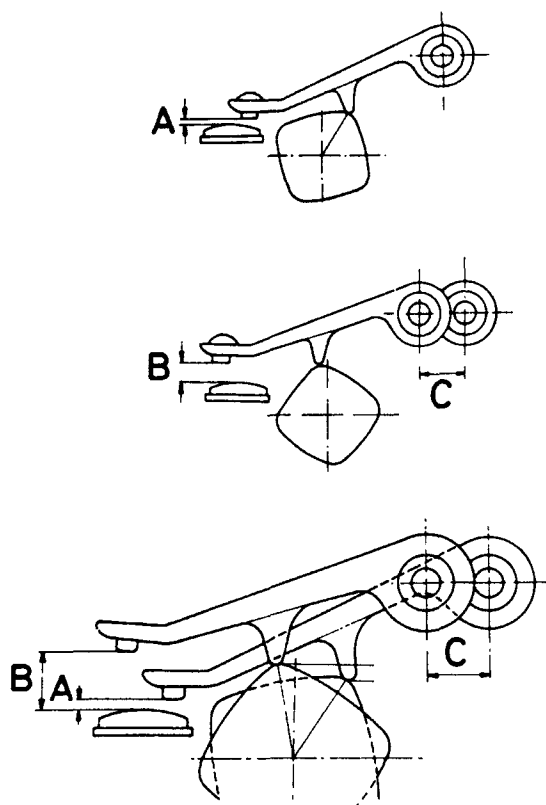


Рис. 6.3В. Регулирование опережения смещением оси контакта

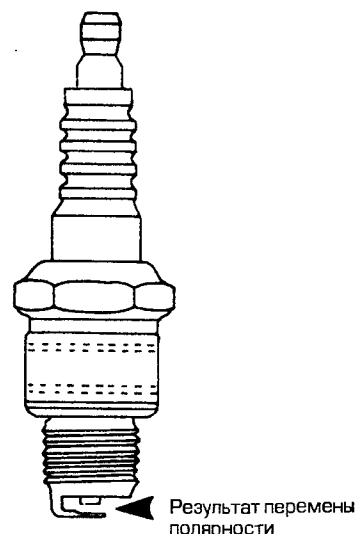


Рис. 6.40. Эрозия электрода при обратной полярности

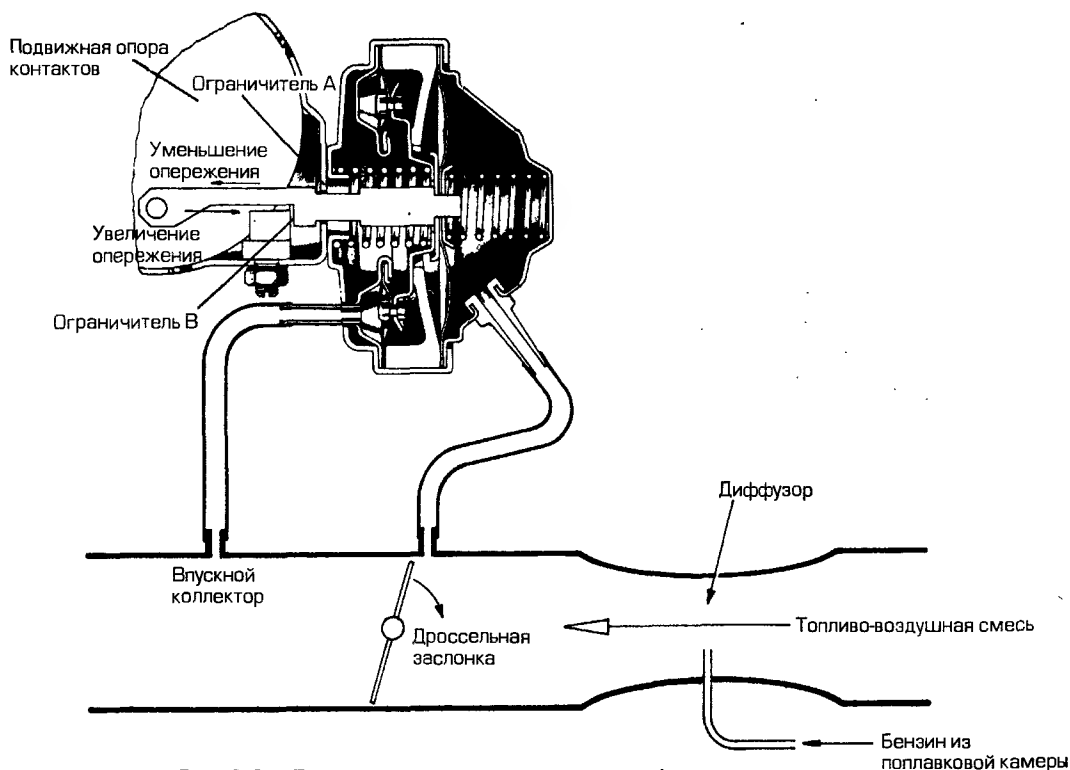


Рис. 6.39. Вакуумный регулятор с двумя диафрагмами

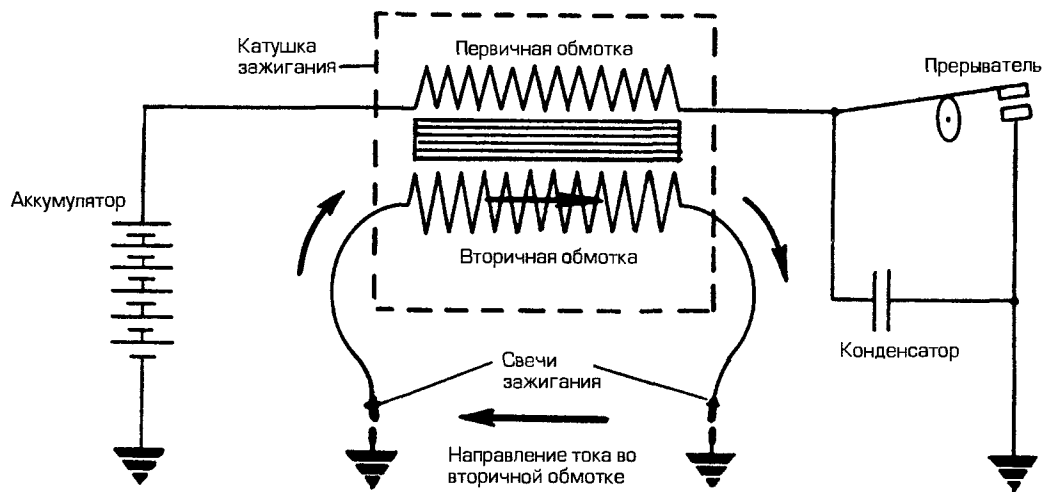


Рис. 6.41. Двухискровая система зажигания двигателя Citroen 2CV

нии опережение максимально. При этом скорость двигателя достаточно для того, чтобы центробежный регулятор опережения справился с задачей регулирования в одиночку.

Заметим, что максимально возможный угол опережения зажигания при любых условиях работы двигателя определяется суммой диапазонов регулирования вакуумного и центробежного регуляторов.

13 Полярность искры

1 Системы зажигания сконструированы так, чтобы центральный, изолированный, электрод свечи был отрицательным, а электрод, связанный с массой - положительным. Электроны, образующие искру, вылетают из отрицательного электрода и перескакивают на положительный. Разные металлы по-разному расстаются со своими электронами - одни легче, другие - тяжелее. Кроме того, эмиссия электронов увеличивается с ростом температуры.

2 Со временем электрод, который покидают электроны, изнашивается, поскольку с каждой искрой электрод теряет небольшую порцию металла. Предпочтительнее, чтобы износу подвергся внутренний электрод, а не наружный (см. рис. 6.40). Кроме того перемена полярности электродов требует для устойчивой искры напряжение примерно на 40% большее, в противном случае могут начаться перебои в зажигании.

3 Интересное решение использовано в двухцилиндровом двигателе Citroen 2CV, где вторичная обмотка катушки зажигания подключена своими концами сразу к обоим свечам. Из рис. 6.41 видно, что при появлении высокого напряжения во вторичной обмотке искра возникнет в обеих свечах, но одна из них окажется лишней, поскольку готовая к воспламенению рабочая смесь имеется только в одном из цилиндров.

4 Из двух одновременно работающих свечей только одна имеет предпочтительную полярность, поэтому приходится следить за их состоянием, особенно за той, которая имеет обратную полярность. Достоинством же такой системы является то, что для данного двигателя отпадает необходимость распределителя зажигания. Эта идея в дальнейшем была использована для создания систем зажигания без распределителя и для большего числа цилиндров.

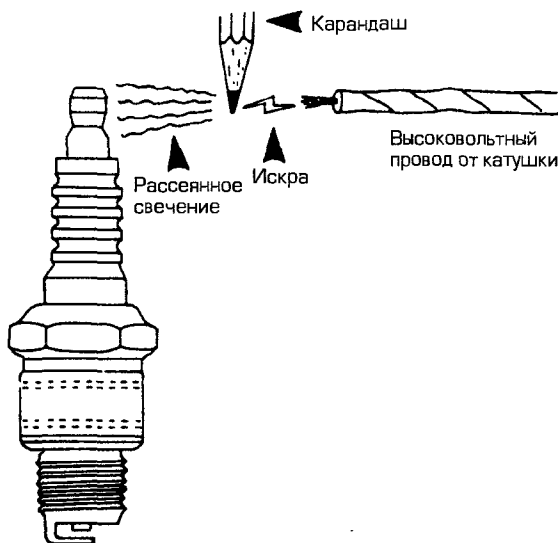


Рис. 6.42. Проверка полярности катушки зажигания

14 Проверка полярности

1 Для проверки полярности катушки зажигания существует простой тест. Поместите между концом высоковольтного провода и наконечником свечи кончик свинцового карандаша (см. рис. 6.42).

2 Если катушка имеет правильную полярность, в момент проскакивания искры между кончиком карандаша и свечой возникает рассеянное свечение. Если полярность катушки обратная, то свечение возникнет между кончиком карандаша и высоковольтным проводом.

15 Полярность катушки зажигания

1 Современные автомобили обычно используют электрооборудование с "минусом" на массе. Однако, какой бы провод аккумулятора ни был соединен с массой, всегда следует обеспечить правильную полярность подключения свечей.

2 В ранее выпускавшихся катушках зажигания фирмы Lucas концы первичной обмотки имеют обозначения: SW (к выключателю зажигания) и CB (к прерывателю). Катушки выпускались для разных полярностей электрооборудования. Однако все, что надо сделать для изменения полярности свечей - это поменять местами провода на клеммах SW и CB.

3 В современных катушках концы первичной обмотки обозначены, как правило, (+) и (-). Если автомобиль оснащен электрооборудованием с "минусом" на массе, то с прерывателем надо соединить конец (-), если на массе "плюс", то с прерывателем надо соединить конец катушки с обозначением (+).

16 Замечания по обслуживанию

1 Современные системы зажигания не требуют частого внимания. Нужно лишь изредка смазать и подрегулировать подвижные детали распределителя, и следить за чистотой элементов.

2 Катушка зажигания обычно расположена на двигателе или под ним и может со временем покрываться грязью из-под автомобиля. Грязь, особенно влажная, может создать утечку тока обмоток катушки и вызвать перебои в зажигании, особенно при ускорении. Поэтому катушку надо время от времени очищать от грязи, особенно ее центральный изолятор, из которого выходит провод высокого напряжения от вторичной обмотки.

3 Неполомки в системе зажигания могут быть вызваны также ослаблением или коррозией клемм катушки.

4 Проверка и регулировка зазора между контактами прерывателя мало чем отличается на разных автомобилях. Необходимо повернуть коленчатый вал двигателя до того момента, когда один из выступов кулачка прерывателя разомкнет и полностью разведет контакты.

5 Осмотрите контакты на наличие эрозии и переноса металла (см. рис. 6.43). Перенесенный металл можно удалить с неподвиж-

ного контакта тонкой наждачной бумагой. Однако не пытайтесь удалить таким же образом кратер на подвижном контакте. Все, что в этом случае требуется, это промыть контакты метиловым спиртом.

6 Вообще состояние контактов прерывателя может кое-что рассказать о состоянии системы.

а) Эрозия и перенос металла контактов	Нормальное состояние. Контакты можно заменить
б) Равномерный серый налет на поверхностях контактов	Окисление из-за слабого прижатия контактов (слабая пружина) или мал зазор
в) Контакты сильно подгорели или имеют синий цвет	Неисправность конденсатора или катушки зажигания
г) Черный нагар на контактах и вокруг них	На контакты попадает масло

7 При хорошем состоянии контактов зазор между ними можно измерить с помощью плоского щупа. Для большинства автомобилей зазор рекомендуется выдерживать в пределах 0.35 ... 0.50 мм; более точные данные приводятся в руководстве по эксплуатации конкретного автомобиля. Неподвижный контакт, как правило, установлен на пластине, которая крепится к основанию одним или двумя винтами. Для регулировки зазора эти винты следует ослабить и передвинуть пластину в нужном направлении. При правильной регулировке зазора щуп требуемой толщины должен проходить между контактами с некоторым трением. Не забудьте после регулировки снова затянуть винты.

8 Подобным способом регулируются контакты прерывателей Ford (Motorcraft), Bosh и Lucas. В прерывателях Hitachi для той же цели имеется эксцентриковый винт. Распределители Duceller снабжены специальной регулировочной гайкой, вынесенной наружу корпуса. Встречаются прерыватели и совершенно иных конструкций, например в виде неразборной кассеты, надеваемой на вал распределителя поверх кулачка. В таких прерывателях для регулировки контактов предусмотрено специальное отверстие в корпусе распределителя.

9 Как указывалось выше, зазор между контактами должен обеспечивать правильную установку угла их замкнутого состояния. Применявшийся раньше щуп не может обеспечить высокой точности регулировки и в настоящее время вытесняется появившимися в продаже недорогими приборами, предназначенными для этой цели.

10 На поверхность кулачка прерывателя нанесите тонкий слой консистентной смазки для уменьшения износа толкателя.

Снимите ротор распределителя и нанесите на вал две - три капли моторного масла. Смажьте несколькими каплями масла механизм центробежного регулятора опережения. Закапайте немного масла в шарнир подвижного контакта.

При смазывании деталей прерывателя и распределителя соблюдайте меру: избыток масла может попасть на контакты и вызвать сбой в зажигании.

11 Высоковольтные провода системы зажигания обычно имеют на концах пружинящие контакты, которые необходимо регулярно проверять на надежность соединения. Промойте контакты и прилегающие участки проводов метиловым спиртом.

12 Установка зажигания заключается в том, чтобы обеспечить вспышки в цилиндрах точно в нужный момент. Есть два способа установки - статический и динамический (стробоскопический). Последний предпочтительнее, поскольку дает возможность проверить работу центробежного регулятора опережения.

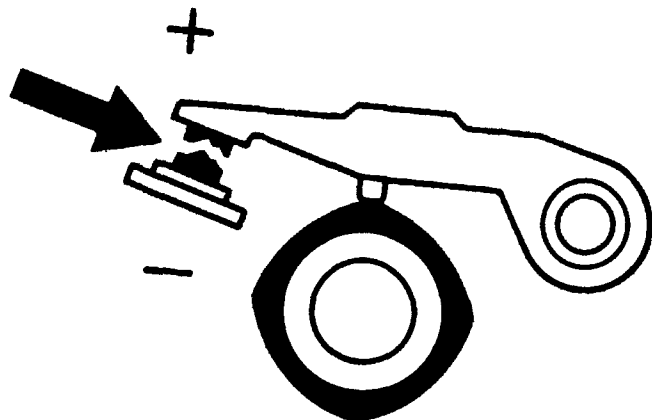
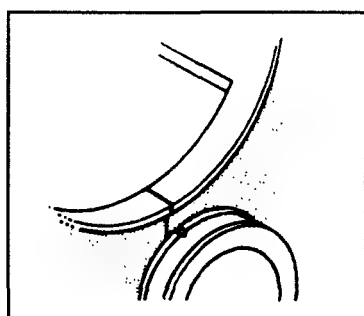
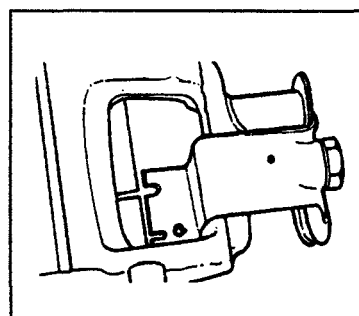


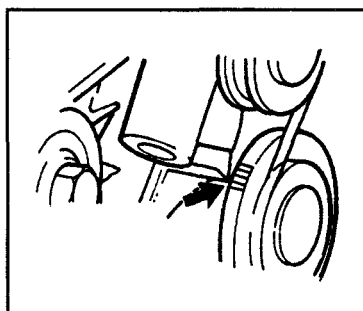
Рис.6.43. Эрозия и перенос металла на контактах прерывателя



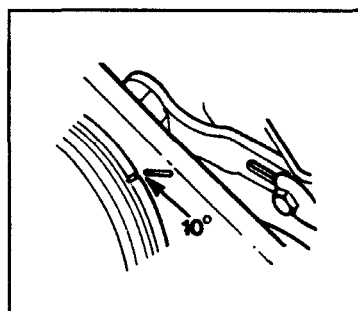
PORSCHE 911
Совмещение метки на шкиве с
указателем на кожухе = BMT



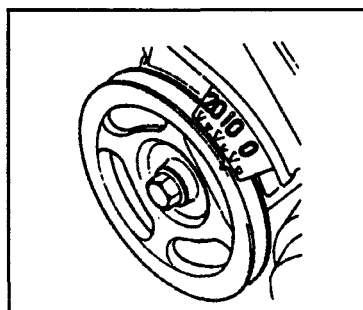
PEUGEOT 205, 309 и 405
Более широкий вырез в пластине =
зажигание



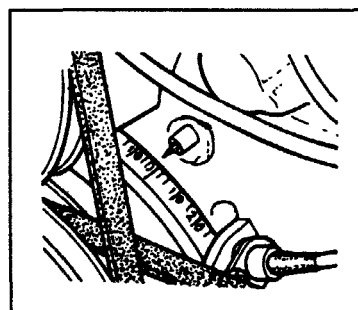
Двигатель FORD с одним
распределительным валом
Метка, указанная стрелкой = BMT
Каждое деление = 4° до BMT



OPEL Manta, 2-литровый двигатель
Совмещение меток = зажигание



NISSAN Sunny, Micra, Prairie и Laurel
Шкала на крышке привода
распределительного вала



MERCEDES-BENZ
Шкала на шкиве

Рис. 6.44. Типичные метки установки зажигания

13 Любой двигатель имеет метки для установки зажигания (см. рис. 6.44) либо на шкиве коленчатого вала, либо на маховике. Эти метки должны быть совмещены с указателями на блоке цилиндров. Обычно таких меток как минимум две - одна соответствует верхней мертвой точке (BMT), а другая - рекомендуемому опережению зажигания (обычно на несколько градусов до BMT). Расстояние между этими метками соответствует статической установке зажигания.

14 Как правило, метки относятся к установкам цилиндра № 1, но для большей уверенности посмотрите руководство к Вашему автомобилю. Отсчет цилиндров может начинаться от носка коленчатого вала, но некоторые изготовители нумеруют цилиндры

от маховика. Правило нумерации цилиндров V-образных двигателей следует уточнить в руководстве по их эксплуатации.

15 Статическая установка момента зажигания выполняется следующим образом.

Убедитесь в том, что поршень в проверяемом цилиндре приближается к BMT в такте сжатия. Для этого закройте пальцем свечное отверстие цилиндра и поворачивайте коленчатый вал за головку болта крепления шкива, пока не почувствуете увеличение давления. Убедитесь в том, что ротор распределителя указывает на контакт в крышке, соответствующий цилиндру № 1. Совместите установочные метки, как указано в инструкции по Вашему двигателю.

При снятой крышке распределителя включите зажигание и подключите контрольную лампочку 12 В к клемме прерывателя и к массе.

Отлупите прижимную пластинку распределителя и медленно поворачивайте корпус распределителя, пока не загорится контрольная лампочка. Это означает, что контакты прерывателя только что разомкнулись. В этом положении закрепите корпус распределителя. Проверните коленчатый вал на полных два оборота и убедитесь в том, что момент зажигания установлен правильно.

16 Динамическая установка зажигания выполняется на работающем двигателе и требует наличия стробоскопа. Он подключается к свечному проводу цилиндра № 1 и одновременно с искрой в цилиндре дает короткую, но яркую вспышку.

17 Если направить лампу стробоскопа на установочные метки шкива или маховика, то возникает такое впечатление, что метке стоит не месте. На холостых оборотах при отключенном шланге вакуумного регулятора метка должна совпадать с указателем. Если совпадения нет, ослабьте крепление и добейтесь совпадения поворотом корпуса распределителя. Плавнo увеличивайте обороты двигателя. При этом метка должна постепенно перемещаться против направления вращения. После окончания проверки и регулировки подсоедините шланг вакуумного регулятора.

Осторожно: Следите за тем, чтобы провода, Ваш галстук или одежда не попали в зону вращения вентилятора или ремня привода агрегатов двигателя.

17 Проверки

Тест 1: Недежность контактов

Проверьте состояние контактных наконечников проводов высокого напряжения. Подсоедините провода к крышке распределителя и к свечам.

Тест 2: Проверке работы катушки зажигания

Вытащите центральный провод из крышки распределителя и поднесите его к массе на расстояние примерно 6 мм (провод держите плоскогубцами с изолированными ручками).

Вращайте двигатель стартером и убедитесь, что катушка дает регулярную хорошую искру. Если есть искра, значит неполадки могут быть в распределителе, свечах, системе регулирования опережения или в системе питания топливом.

Внимание: Не пользуйтесь этим методом при проверке электронных систем зажигания. Разрыв цепей высокого напряжения может нанести вред электронным приборам системы.

Тест 3: Прерыватель

Если при выполнении теста 2 нет искры, проверьте состояние контактов прерывателя и зазор между ними. При плохом состоянии контактов замените стойку.

Тест 4: Напряжение обмоток катушки относительно массы

В предположении, что прерыватель исправен, измерьте напряжение на клемме подвода питания к первичной обмотке катушки зажигания при замкнутых контактах прерывателя. Для катушек с балластным сопротивлением это напряжение должно составлять примерно 6 В, а для катушек без балласта - равно напряжению аккумулятора.

Тест 5: Проверке катушки с балластным сопротивлением

Только для катушек с балластным сопротивлением: соедините временным проводом (с "крокодилами" на концах) отрицательную клемму первичной обмотки (соединяемую с прерывателем) с массой. Измерьте напряжение на положительной клемме катушки и проверните двигатель стартером. Напряжение на обмотке должно возрасти, поскольку якорь электромагнита стартера должен зашунтировать балластный резистор. Если этого не произошло, проверьте провод, идущий от катушки к электромагниту стартера.

Тест 6: Определение неисправности распределителя или катушки

Измерьте напряжение на отрицательной клемме катушки при разомкнутых контактах прерывателя. Прибор должен показывать напряжение аккумулятора. Если напряжения нет, отсоедините провод низкого напряжения, идущий к распределителю. Если теперь напряжение появилось, значит неисправность находится в низковольтной части распределителя. Если напряжение не появилось, значит неисправна и требует замены сама катушка.

Тест 7: Распределитель

Если тест 6 показал возможную неисправность низковольтной части распределителя, проверьте провод от катушки к распределителю, затем проверьте, не замкнут ли на массу изолированный контакт прерывателя. Это может случиться из-за неправильной сборки прерывателя после ремонта, особенно в распределителях старой конструкции с пластмассовыми шайбами.

Тест 8: Определение неисправности конденсатора

Поднесите высоковольтный провод катушки к массе и разомкните контакт прерывателя. Должна появиться искра. Если искры нет, снимите и проверьте конденсатор.

Тест 9: Проверке конденсаторе

Для проверки лучше всего заменить подозрительный конденсатор заведомо исправным. Для этой цели полезно иметь пару проводов с "крокодилами" на концах. Если искра появилась, значит старый конденсатор неисправен. Если искры нет и в этом случае, значит неисправна катушка.

Тест 10: Высоковольтная часть

Если искра есть, а двигатель все же не запускается, выполните дополнительные проверки высоковольтной части. Сначала проверьте ротор распределителя, поднеся высоковольтный провод катушки зажигания на расстояние примерно 3 мм от латунной пластины ротора. Несколько раз быстро разомкните и замкните контакты прерывателя. Если искра проскочит более одного раза, значит нарушена изоляция ротора.

Тест 11: Крышке распределителя

Крышка распределителя может иногда давать утечку высокого напряжения. Это может случиться из-за трещины в крышке, которая при осмотре может быть незаметной. Самый надежный способ проверки исправности крышки - заменить ее заведомо исправной.

Тест 12: Высоковольтные провода

Не частым, но возможным может быть случай внутреннего обрыва проводов высокого напряжения. Проверить их можно омметром, принимая во внимание то обстоятельство, что сопротивление провода может составлять до 20 000 Ом (в целях предотвращения радиопомех).

18 Недостатки батарейно-катушечной системы зажигания

1 Хотя батарейно-катушечные системы зажигания прослужили в автомобилях более полувека, полностью избавиться от их недостатков так и не удалось. Главными из них являются сложности производственного характера, недостаточная надежность и необходимость обслуживания.

Для обеспечения высоких требований к работе двигателя, кулачок и толкатель прерывателя должны быть изготовлены с очень высокой точностью. После каждых нескольких тысяч миль пробега прерыватель требует регулировки зазора для компенсации износа кулачковой пары, проверки, зачистки, а то и замены контактов из-за эрозии и переноса металла.

2 Для получения мощной искры конструкторы вынуждены повышать ток первичной обмотки до максимально допустимых пределов. В то же время для надежной работы контактов этот ток должен быть как можно меньшим. На графике рис. 6.45 показана зависимость ресурса контактов от пропускаемого через них тока, из которого видно, что возможности этой конструкции практически исчерпаны.

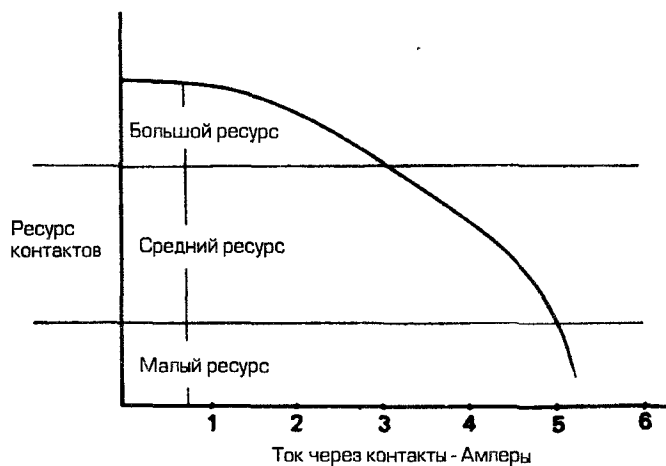


Рис. 6.45. Ресурс контактов в зависимости от пропускаемого через них тока

3 На высоких скоростях инерционные силы, действующие на движущиеся части прерывателя, могут оказаться достаточными для отрыва толкателя от кулачка, в результате чего угол замкнутого положения контактов уменьшается и могут начаться сбои в зажигании.

4 Указанные проблемы существовали всегда, но в последнее время, в связи с дальнейшим развитием автомобилестроения, появились новые трудности. Так, повышение степени сжатия в цилиндрах и максимальной скорости двигателя требуют дальнейшего увеличения напряжения на электродах свечи.

Итак, можно обобщить вышесказанное.

- а) Сбои в работе свечей: из-за высокой степени сжатия, добавок солей свинца в бензин, которые повышают стойкость топлива к детонации, но не лучшим образом сказываются на состоянии свечей.
- б) Механические ограничения: по существу исчерпан предел по скорости работы деталей распределителя - прерывателя.

- в) Необходимость накопления энергии для разряда свечи порядка 30 мДж ограничивает частоту работы катушечной системы зажигания на уровне примерно 400 вспышек в секунду, т.е. на одну вспышку приходится около 0,0025 секунды. Такая частота может оказаться недостаточной для работы высокоскоростного многоцилиндрового двигателя.
- г) Для повышения надежности срабатывания свечей при высокой степени сжатия требуется напряжение на свече 15 ... 30 киловольт (кВ). Еще одной причиной необходимости повышения напряжения на свече является требование обеспечения работы двигателя на бедной смеси для снижения токсичности выхлопных газов.
- д) Разрушение и подгорание контактов прерывателя, обусловленное большим пропускаемым током.
- е) Неточность работы системы при высоких скоростях из-за инерционных сил, приводящих к отрыву толкателя подвижного контакта от кулачка.
- ж) Сбои и неточность срабатывания системы, связанные с износом и разрушением контактов, более недопустимы, поскольку законодательство многих стран уже сейчас требует поддержания состава выхлопных газов в очень жестких границах по крайней мере не протяжении 50 000 миль пробега.

Поэтому не удивительно, что конструкторы ищут альтернативные пути решения проблем системы зажигания, активно используя для этого последние достижения в бурно развивающейся электронике.

19 Электронные системы зажигания

1 Термин "электронные системы" означает, что в системе в той или иной мере использованы полупроводниковые устройства - диоды, транзисторы, тиристоры и пр. для управления, переключения, усиления потоков электроэнергии.

2 До изобретения и широкого распространения полупроводниковых приборов использование электронных устройств в автомобилестроении было практически немыслимым. Существовавшие в то время электронные устройства были громоздкими, энергоемкими и ненадежными. Однако, начиная с середины 60-х годов, положение коренным образом изменилось и современные электронные устройства могут вполне успешно использоваться в самых различных системах автомобиля, в том числе и в системах зажигания.

20 Типы электронных систем зажигания

1 В настоящее время существует три типа систем зажигания, использующих электронные устройства:

- а) Контактные системы с электронным усилением
- б) Системы, использующие разряд конденсатора
- в) Индуктивные системы

21 Контактные системы с электронным ключом

1 Эти системы появились первыми и представляли собой попытку улучшить характеристики батарейно-катушечной системы, не меняя ее основных принципов.

Первым шагом было использование транзисторного ключа для прерывания цепи первичной обмотки катушки зажигания. Для управления включением и выключением электронного ключа использовались все те же контакты прерывателя.

Простейшая схема такой системы изображена на рис. 6.46. Роль электронного ключа в ней выполняет транзистор типа п-р-п, включенный в цепи первичной обмотки катушки зажигания. Ток обмотки проходит от коллектора (с) к эмиттеру (е) до тех пор, пока эмиттер имеет отрицательное напряжение относительно базы (b). При размыкании контактов прерывателя S положительное напряжение от базы отключается и ток эмиттера прерывается.

Цифры на схеме показывают, что ток базы, а следовательно, и ток через контакты, (0.16 А) составляет лишь 2% от управляемого транзистором тока (8 А). Таким образом, транзисторный ключ может включать и выключать довольно большой ток, требуя для своего управления ток значительно меньшей силы.

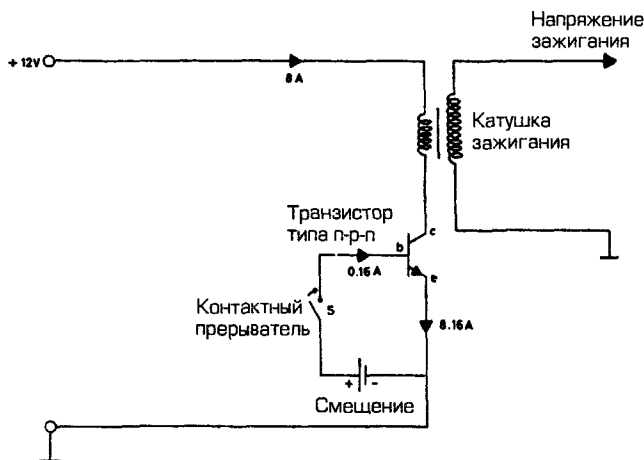


Рис. 6.46. Принцип работы электронного ключа

Показанная схема иллюстрирует только принцип. Практического применения она не получила, поскольку требует для смещения напряжения безы относительно эмиттера дополнительного источника напряжения.

2 Поскольку через контакты теперь протекает малый ток (в данном случае 0.16 А), долговечность контактов значительно возрастет. Кроме того в этой схеме уже не требуется конденсатор, поскольку контакты отделены от первичной обмотки катушки. Ресурс контактов даже при такой простой схеме повышается до 100 000 миль.

3 При разработке катушки зажигания для схемы управления с транзисторным ключом приходится принимать во внимание индуктивность катушки (см. главу 1).

Индуктивность, кроме всего прочего, зависит от числа витков обмотки. Энергия магнитного поля катушки составляет

$$W = 1/2 L I^2,$$

где W - запасенная энергия (Джоули);

I - ток в обмотке катушки (Амперы);

L - индуктивность катушки (Генри).

4 Важно, чтобы при замыкании контактов ток в обмотке катушки вырос как можно быстрее, чтобы успеть накопить достаточную энергию перед следующим размыканием.

Индуктивность в электрической цепи подобна маховику. Как тяжелый маховик требует времени для раскрутки до заданной скорости, так и индуктивность препятствует нарастанию тока в цепи.

Время нарастания тока в первичной обмотке существенно сдерживает частоту вспышек (см. рис. 6.47). Поэтому разработчики приняли решение увеличить ток в первичной обмотке катушки с 3 А до 8 А. Это позволило уменьшить число витков первичной обмотки, но потребовало увеличить коэффициент трансформации катушки (отношение числа витков вторичной и первичной обмоток) до 250:1 и даже до 400:1, тогда как в обычной системе это соотношение равно 66:1.

Уменьшение числа витков первичной обмотки, кроме того, позволило снизить активное сопротивление катушки и связанные с этим тепловые потери.

5 Снижение индуктивности катушки зажигания имеет и еще одно важное значение. Дело в том, что при резком уменьшении

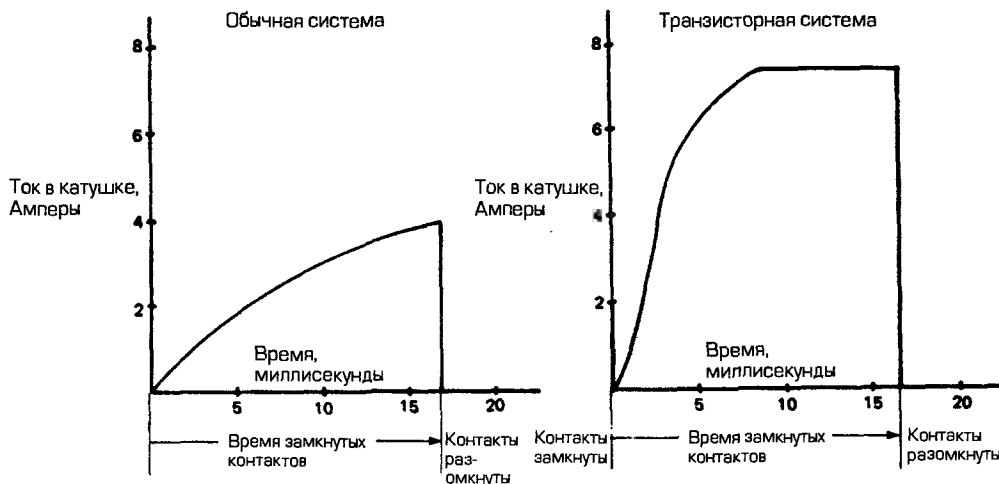


Рис. 6.47. Нарастание тока в первичной обмотке - сравнение



Рис. 6.48. Сравнение характеристик обычной и электронной систем

тока в первичной обмотке, в ней возникает э.д.с. самоиндукции, которая может во много раз превзойти напряжение бортовой сети. Это напряжение может представлять опасность для других электрических и особенно электронных приборов автомобиля. Поэтому понятно стремление разработчиков максимально снизить индуктивность катушки.

6 Скорость нарастания силы тока в первичной обмотке катушки является главным фактором, определяющим максимальную частоту работы системы зажигания. Уменьшение индуктивности катушки, которое становится возможным с применением электронного ключа, позволяет значительно повысить быстродействие системы (см. рис. 6.47 и 6.48).

7 Преимущества системы зажигания с электронным ключом, позволяющие повысить частоту и мощность искры, долговечность свечи и контактов прерывателя, в целом увеличивают интервал между обслуживаниями системы.

Вместе с тем, к недостаткам этой системы следует отнести оставшийся в ней механический прерыватель с контактами. В настоящее время автомобили с такой системой зажигания не выпускаются, хотя основанные на этом принципе наборы, предназначенные для модернизации старых автомобилей силами домашнего механика, остаются очень популярными.

22 Схема системы зажигания с электронным ключом

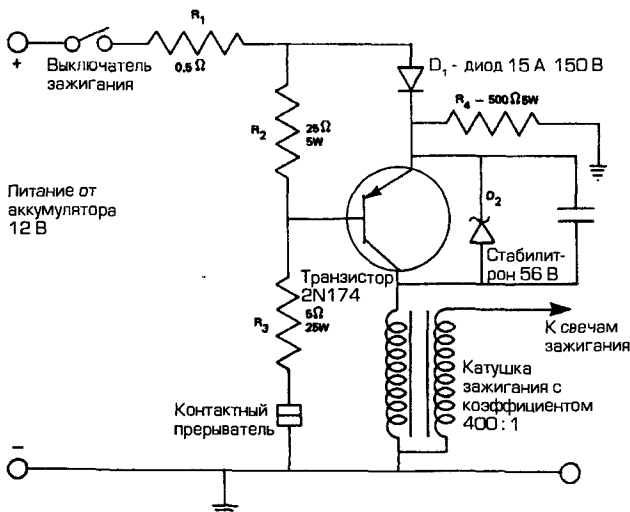


Рис. 6.49. Схема системы зажигания с электронным ключом на одном транзисторе

на одном транзисторе

1 Как было указано выше, схема рис. 6.48 обладает недостатком: она требует дополнительного источника питания для смещения базы. В действительности напряжение для питания и для смещения берется от одного и того же источника - аккумулятора. Для получения напряжения смещения параллельно аккумулятору включается пара резисторов, образующих делитель напряжения. Реализация этой идеи показана на рис. 6.49, где изображена реально работающая схема.

2 Первая цель электронного зажигания состояла в том, чтобы оградить контакты прерывателя от большого тока первичной обмотки катушки. Транзистор, работающий в режиме ключа, защищен от высокого напряжения, возникающего вследствие самоиндукции, стабилитроном. При достижении напряжением порога проводимости стабилитрона (56 В), транзистор шунтируется его малым сопротивлением, пока не исчезнет напряжение самоиндукции.

3 При замкнутых контактах прерывателя резисторы R_2 и R_3 выполняют роль делителя напряжения и создают смещение на базе транзистора так, что он оказывается включенным. Ток идет через резистор R_1 , диод D_1 , транзистор (от эмиттера к коллектору) и далее - через первичную обмотку катушки.

4 При размыкании контактов ток через делитель прерывается и база оказывается практически под полным напряжением аккумулятора. В то же время через диод D_1 и резистор R_4 продолжает течь небольшой ток, в результате чего эмиттер оказывается под напряжением примерно на 0.7 В отрицательнее базы. Этого достаточно для того, чтобы транзистор мгновенно запер первичную обмотку катушки, в результате чего во вторичной обмотке индуцируется высокое напряжение.

Схема обычно монтируется на пластине с хорошей теплопроводностью для отвода тепла и заливается эпоксидным компаундом для защиты от повреждений.

23 Схема системы зажигания с электронным ключом на двух транзисторах

1 Схема с одним силовым транзистором проста, но лучшим решением является схема с двумя транзисторами. В этом случае первый транзистор получает сигнал от прерывателя и управляет вторым, силовым, транзистором, который прерывает ток в катушке.

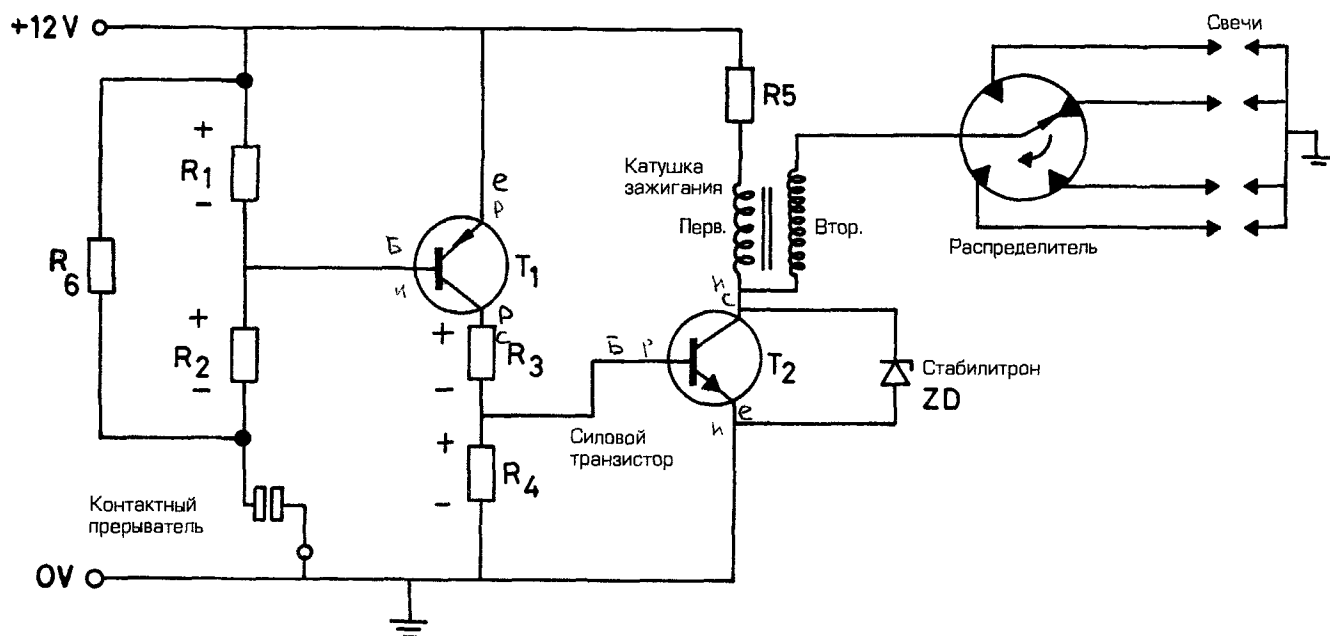


Рис. 6.50. Схема системы зажигания на двух транзисторах

Преимуществом схемы на двух транзисторах является пониженный тепловой режим транзисторов.

2 Схема зажигания на двух транзисторах показана на рис. 6.50. В схеме использованы транзисторы разных типов: T_1 типа p-n-p и T_2 типа n-p-n. (Напомним, что транзистор типа p-n-p находится в проводящем состоянии, когда его база имеет отрицательное смещение относительно эмиттера, а для транзистора типа n-p-n необходимо смещение противоположного знака).

3 При замкнутых контактах прерывателя ток, проходящий через цепочку R_1 и R_2 создает на резисторе R_2 падение напряжения, достаточное для отпирания транзистора T_1 . Ток коллектора T_1 создает падение напряжения на резисторе R_3 , которое отпирает транзистор T_2 .

4 При размыкании контактов смещение на базе T_1 пропадает и транзистор запирается. Отсутствие падения напряжения на R_3 запирает также и транзистор T_2 , прерывая ток через первичную обмотку катушки.

Индуктированное высокое напряжение во вторичной обмотке через распределитель зажигания подается на свечи.

5 В момент прерывания тока в катушке возникает э.д.с. самоиндукции, достигающая нескольких сотен Вольт, достаточных для пробоя транзистора T_2 . Для защиты транзистора параллельно ему установлен стабилитрон, который открывается при напряжении примерно 100 В и шунтирует транзистор.

Цепочка резисторов R_1 и R_2 рассчитана так, чтобы обеспечить необходимое смещение на базу T_1 . Резистор R_5 рассчитан так, чтобы через контакты протекал ток примерно 250 мА, необходимый для выгорания загрязнений и предотвращения коррозии. R_5 - балластное сопротивление для ограничения тока через первичную обмотку.

6 Существует множество вариантов этой схемы. Но, несмотря на то, что ее применение дает хорошие результаты, все же в ней остаются некоторые из недостатков обычных схем зажигания:

а) Необходимость периодического обслуживания, обусловленная износом пары кулачок - толкатель.

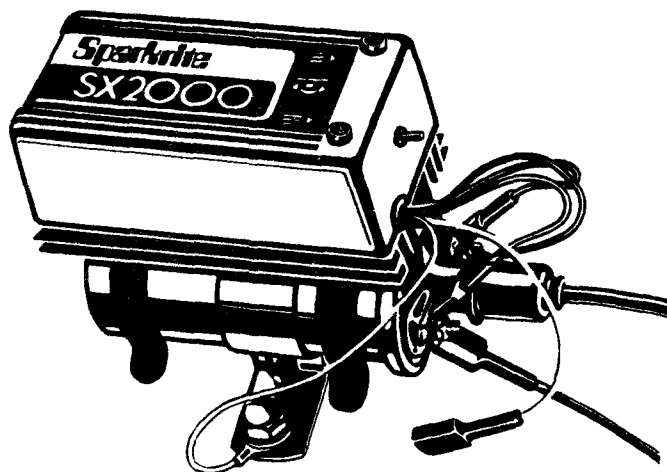


Рис. 6.51. Блок зажигания Sparkrite 2000

б) Отрыв контакта от кулачка при высоких скоростях.

в) Сравнительно высокая стоимость.

Следующим шагом в развитии транзисторных схем зажигания должен стать отказ от механических контактов.

7 Примером электронного устройства, предназначенного для модернизации старых систем зажигания, может служить блок Sparkrite 2000 (см. рис. 6.51). Использование этого блока предполагает наличие как контактного прерывателя, так и катушки зажигания. Для генерации искры блок использует энергию как индуктивной катушки, так и конденсатора, совмещая в себе достоинства обеих систем. (Принцип работы конденсаторной системы описан в следующем параграфе).

8 Использование блока с элементами старой системы зажигания позволяет повысить надежность зажигания при работе на бедных смесях при любых нагрузках и скоростях. Другим его достоинством является возможность возврата к старой системе зажигания в случае отказа электроники или какого-либо повреждения.

9 При использовании блока Sparkrite 2000 все проверки и начальные установки системы зажигания лучше выполнять не исходной системе, т.е. при снятом блоке. Если момент зажигания установлен правильно, то подключение блока никак его не изменит и система будет работать с той же точностью.

24 Конденсаторное зажигание

1 В системах этого типа в цепь первичной обмотки катушки зажигания включен конденсатор, который запасает энергию, а затем разряжается через первичную обмотку.

В отличие от других систем зажигания, в этой системе энергия, проходящая через катушку зажигания всегда постоянна и определяется следующим образом:

$$\text{Энергия} = 1/2 CV^2 \text{ Джоулей,}$$

где C - емкость конденсатора в фарадах;

V - напряжение на клеммах конденсатора.

Для накопления требуемой энергии конденсатор приходится заряжать высоким напряжением. Катушка зажигания отличается по конструкции от обычных катушек и по существу представляет собой импульсный трансформатор. Тем не менее, в ней также имеются первичная и вторичная обмотки.

2 Принцип работы конденсаторной системы зажигания показан на рис. 6.52. Конденсатор заряжается от источника напряжения 350 В. В нужный момент включается электронный ключ и конденсатор быстро разряжается через первичную обмотку трансформатора. Этот импульс создает во вторичной обмотке напряжение около 40 кВ, которое подается на свечу.

3 Роль электронного ключа выполняет силовой тиристор (см. главу 1). Он представляет собой 4-слойный полупроводниковый прибор, запертый до тех пор, пока на его управляющий электрод не будет подано напряжение (см. рис. 6.53).

При подаче управляющего напряжения тиристор мгновенно переходит в проводящее состояние, подобно электрическому выключателю. При уменьшении напряжения на его главных электродах ниже некоторого уровня, тиристор вновь запирается.

Для управления тиристором требуется очень малый ток, причем он может подаваться в виде очень короткого импульса.

4 Вернемся снова к рис. 6.52. При его внимательном изучении возникает вопрос: почему электронный ключ не замыкает накоротко источник питания? Конечно, он его замыкает, но из-за большого внутреннего сопротивления источника ток короткого

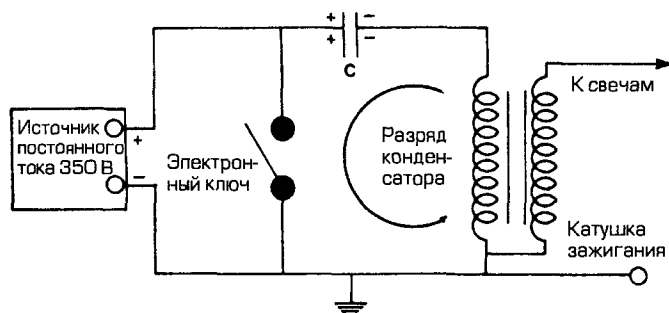


Рис. 6.52. Принцип работы конденсаторной системы зажигания

замыкания через него будет пренебрежимо мал по сравнению с током разряда конденсатора через первичную обмотку.

5 Управлять моментом зажигания можно и в этом случае с помощью контактного прерывателя, однако предпочтительнее для этой цели воспользоваться генератором импульсов индукционного или оптического типа, либо основанным на эффекте Холла.

Если в качестве спускового устройства используется контактный прерыватель, необходимо принять специальные меры против возникновения случайных импульсов, вызванных колебаниями подвижного контакта при высоких скоростях работы двигателя. Пусковой импульс на управляющем электроде тиристора должен быть по возможности чистым и иметь прямоугольную форму.

6 Короткое время заряда конденсатора (порядка 250 микросекунд) снижает требования к углу замкнутого состояния контактов.

Катушки зажигания для обычной и конденсаторной систем зажигания не взаимозаменяемы, поскольку катушка конденсаторного зажигания не должна обладать большой индуктивностью для быстрого разряда конденсатора.

7 Преимуществом конденсаторной системы является малое время восстановления заряда, которое примерно в 10 раз меньше, чем время подготовки к очередному разряду в обычной системе зажигания.

Быстрый заряд имеет следующие достоинства:

- Утечка тока не стороне высокого напряжения перестает иметь значение, поскольку разряд происходит быстрее, чем сколько-нибудь значительная часть заряда успеет стечь. Таким образом, грязь, отложения сажи, сырость и пр. практически не мешают системе нормально работать.
- Быстрый разряд сбивает с электродов свечи любую грязь и нагар, поэтому период обслуживания свечей значительно удлиняется. Практически о свече можно не думать на протяжении по крайней мере 50 000 миль пробега.

8 Длительность разряда составляет от 100 до 300 микросекунд. Столь короткий разряд снижает надежность поджигания рабочей смеси. В качестве частичной компенсации этого недостатка высокое напряжение на электродах свечи позволяет увеличить свечной зазор, т.е. увеличить длину искры.

Тем не менее, конденсаторные системы зажигания не находят широкого применения на автомобилях. В ряде случаев она

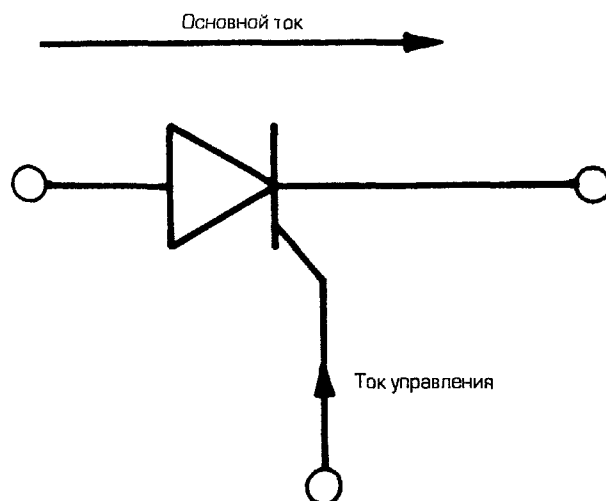


Рис. 6.53. Тиристор

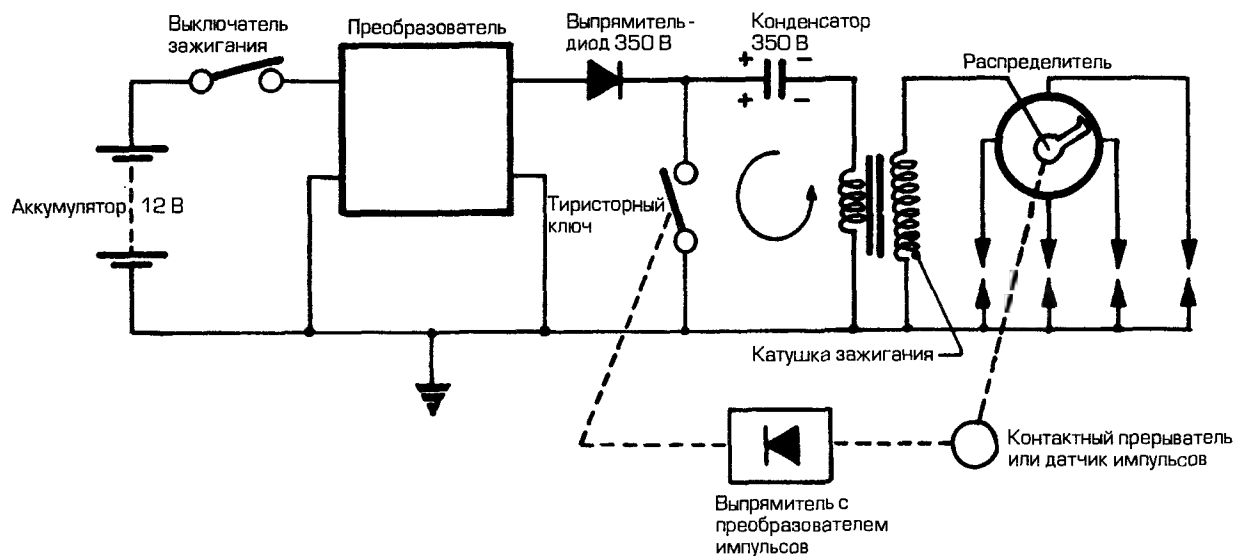


Рис. 6.54. Конденсаторная система зажигания с преобразователем напряжения

используется на двигателях большой мощности, например Porsche, а также на автомобилях специального назначения.

25 Конденсаторные системы с зарядом от аккумулятора

1 Из рис. 6.52 видно, что для заряда конденсатора необходим источник напряжения 350 В. Для получения такого напряжения используется электронный преобразователь напряжения. Он преобразует постоянное напряжение бортовой сети 12 В в переменное и затем повышает его до нужного значения с помощью трансформатора, являющегося частью преобразователя. Затем переменное выходное напряжение проходит через выпрямитель и подается на заряд конденсатора (см. рис. 6.54).

2 Преобразователь включает в себя два операционных усилителя, которые соединяют выход преобразователя с его входом, образуя обратную связь. Такая схема позволяет получить на выходе

преобразователя переменное напряжение синусоидальной формы. Включенный в схему трансформатор с тремя обмотками повышает выходное напряжение до уровня, требуемого для заряда конденсатора. Конденсатор заряжается постоянным током через диод (см. рис. 6.55).

3 Частота работы преобразователя зависит от его параметров - индуктивности трансформатора и емкости конденсатора в его схеме. Слишком малая частота требует очень больших размеров преобразователя, а слишком высокая может стать источником радиопомех. Практически преобразователь работает на частотах звукового диапазона порядка 500 Гц.

4 Конденсаторные системы обычно включают в себя фильтр против радиопомех, поэтому **дополнительное подключение емкостей к элементам схемы не только не требуется, но и противопоказано**, поскольку может нарушить работу системы и даже вывести ее из строя.

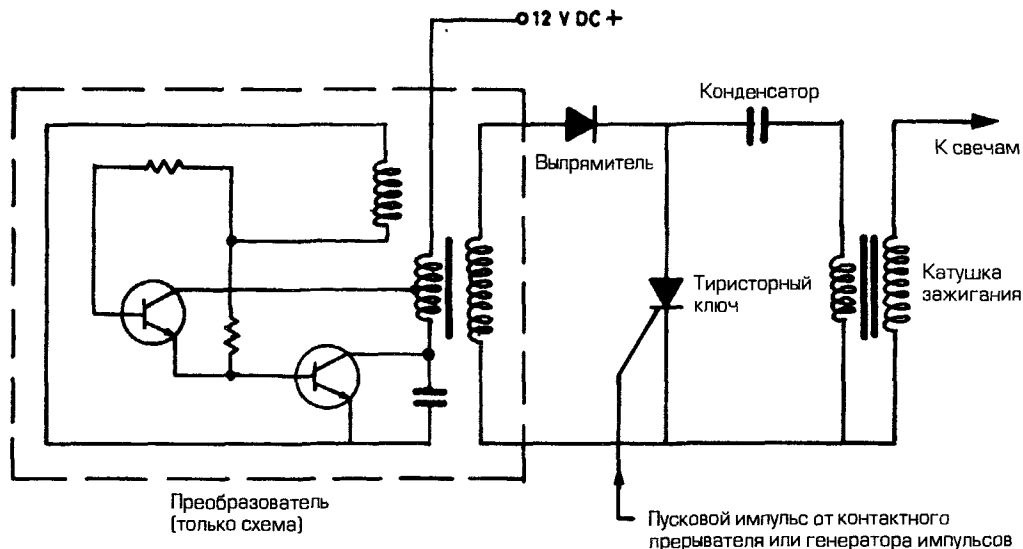


Рис. 6.55. Схема преобразователя напряжения

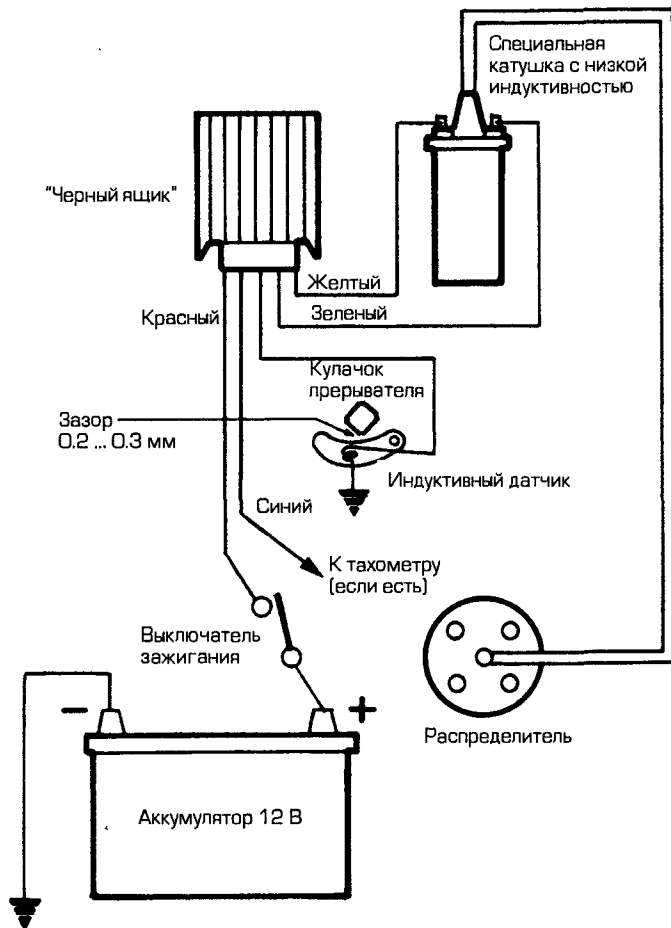


Рис. 6.56. Конденсаторная система зажигания Mobelec

26 Конденсаторная система зажигания Mobelec

1 Система представляет собой полный набор блоков и переходников, предназначенных для работы с элементами установленной на автомобиле батарейно-катушечной системы зажигания. Спусковое устройство системы устанавливается в серийный корпус распределителя Lucas для 4- и 6-цилиндровых двигателей взамен контактного прерывателя.

2 Общий вид набора показан на рис. 6.56. На нем видно спусковое устройство, представляющее собой индуктивный датчик, элементом которого является кулачок прерывателя. Между кулачком и головкой датчика должен быть небольшой зазор, но не должно быть механического контакта.

3 Для обеспечения быстрого разряда конденсаторе через первичную обмотку катушки в комплект включена специальная катушка зажигания с низкой индуктивностью, но с большим коэффициентом трансформации от первичной обмотки к вторичной. Эта катушка должна быть установлена на автомобиль взамен серийной.

27 Конденсаторная система зажигания с магнето

1 Конденсаторная система зажигания особенно удобна для мотоциклов, газонокосилок, бензопил и иных устройств с малоомощными двигателями. В этих устройствах нет аккумулятора, поэтому для заряда конденсатора используется магнето (см. рис. 6.57).

2 Фирмы Hitachi, Femsa и Motoplat выпускают семейство систем конденсаторного зажигания с магнето, имеющее общие черты.

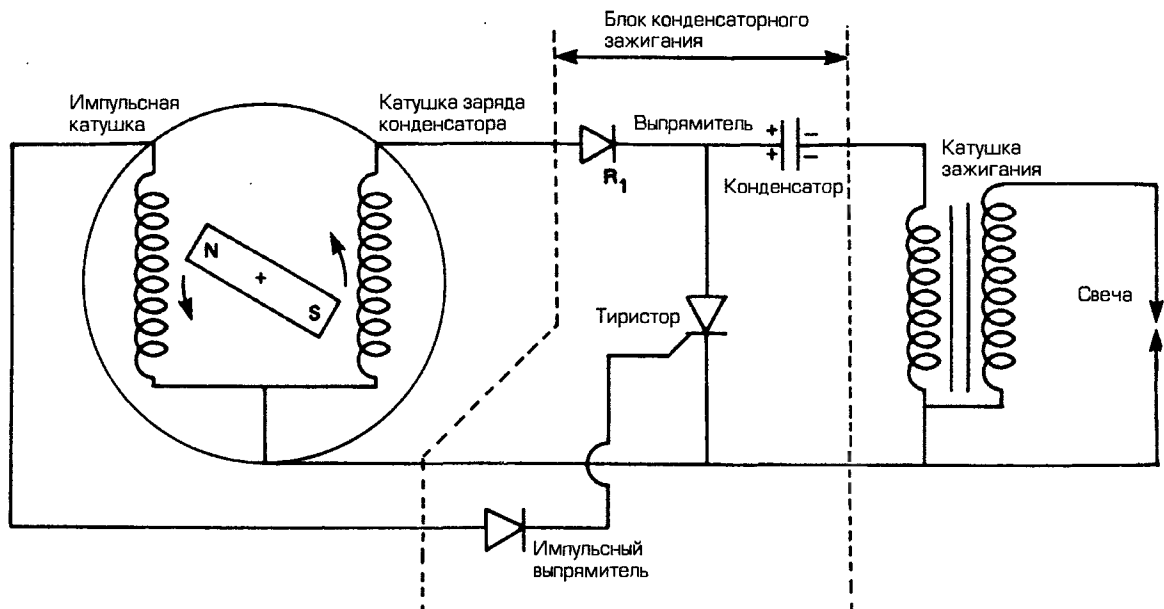


Рис. 6.57. Упрощенная схема конденсаторного зажигания с магнето

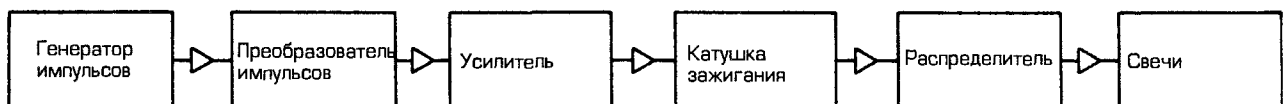


Рис. 6.58. Электронная система зажигания с запуском от генератора импульсов

Зажигание начинает работать при оборотах двигателя от 200 до 500 об/мин в зависимости от модели. Работа системы определяется качеством электрических соединений генератора с электронным блоком и элементами зажигания на двигателе.

28 Бесконтактные системы зажигания

1 Для подачи сигнала на вспышку в нужный момент необходим какой-либо датчик. Контактный прерыватель является частным случаем такого датчика, однако датчик может быть и бесконтактным. Бесконтактный датчик имеет следующие преимущества перед контактными:

- Уменьшение износа, люфтов и биений
- Как следствие (а), повышение точности
- Опережением можно управлять с помощью электронных устройств, имеющих более высокую точность и широкие возможности по сравнению с механическими регуляторами

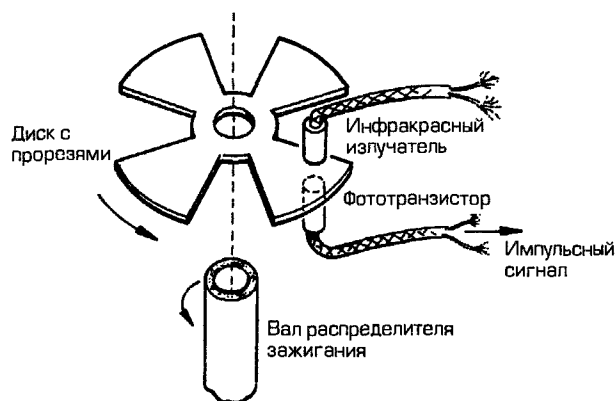
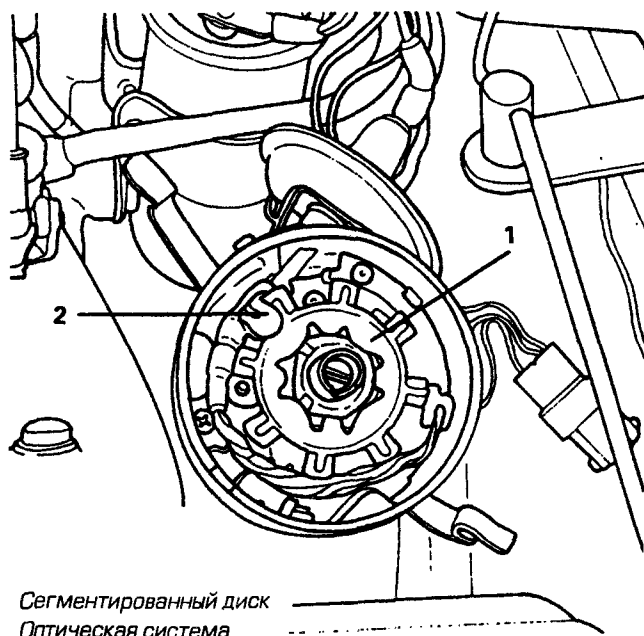


Рис. 6.59. Оптический генератор импульсов



- Сегментированный диск
- Оптическая система

Рис. 6.61. Распределитель зажигания с оптическим генератором импульсов

- Снижение энергии искры с ростом оборотов двигателя может быть предотвращено электронным регулированием угла замкнутого состояния.

Датчик, запускающий разряд свечи, часто называют **генератором импульсов** или **генератором сигналов**.

2 Генераторы импульсов бывают трех типов:

- Оптические
- Генераторы Холла
- Индукционные

Блок-схема на рис. 6.58 показывает прохождение импульсного сигнала от генератора до свечи.

Оптический генератор импульсов

Сегментированный диск, закрепленный на валу распределителя, перекрывает инфракрасный луч, направленный на фототранзистор.

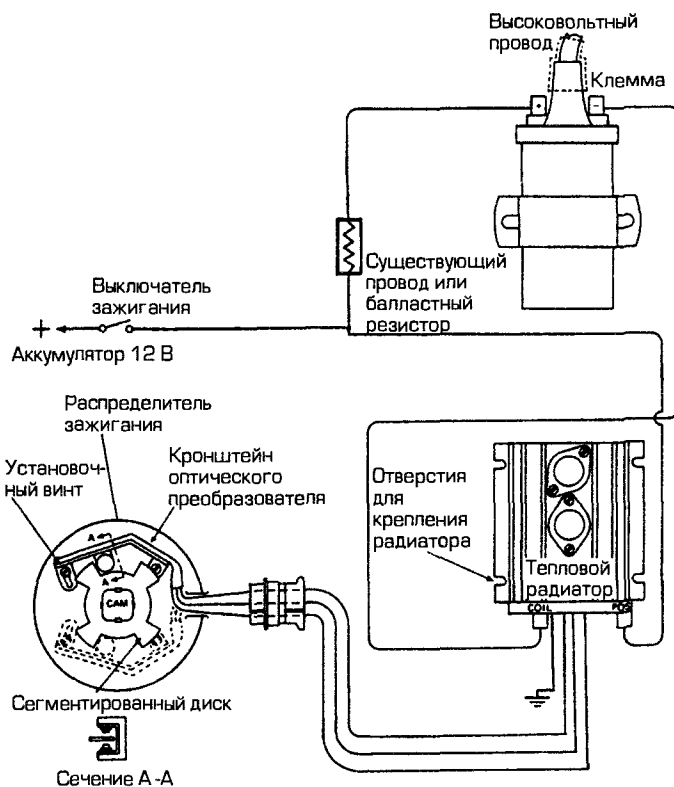


Рис. 6.60. Система зажигания с оптическим генератором

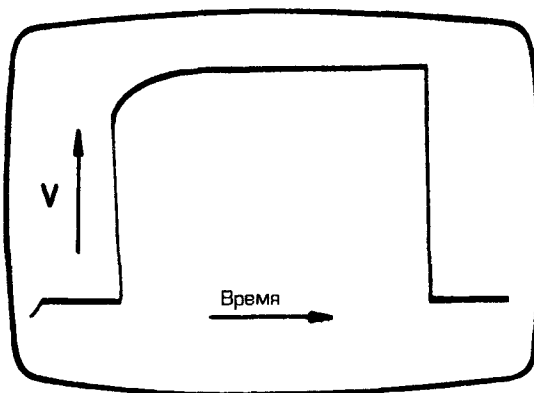


Рис. 6.62. Форма импульса оптического генератора

[см. рис. 6.59]. В течение промежутка времени, пока фототранзистор освещен, через первичную обмотку катушки идет ток. Когда диск перекрывает луч, датчик посылает в блок управления импульс, который прерывает ток в катушке и таким образом генерирует искру.

Источником инфракрасного излучения служит полупроводниковый диод из ерсенида галлия.

Существует несколько разновидностей такого рода устройств: запуск искры может происходить при открытии или, наоборот, закрытии светового источника, в качестве источника света может использоваться обычный светодиод.

На рис. 6.60 показан внешний вид устройства с оптическим генератором импульсов, который может быть установлен в серийный распределитель зажигания.

На рис. 6.61 показан оптический генератор импульсов, установленный на конце распределительного вала 6-цилиндрового двигателя. На рис. 6.62 показана форма импульса оптического генератора.

Обычно такие генераторы задают постоянный угол включенного состояния катушки, но качество зажигания от этого не страдает, поскольку на этот не оказывает влияния динамика подвижного контакта и он остается всегда постоянный, независимо от скорости.

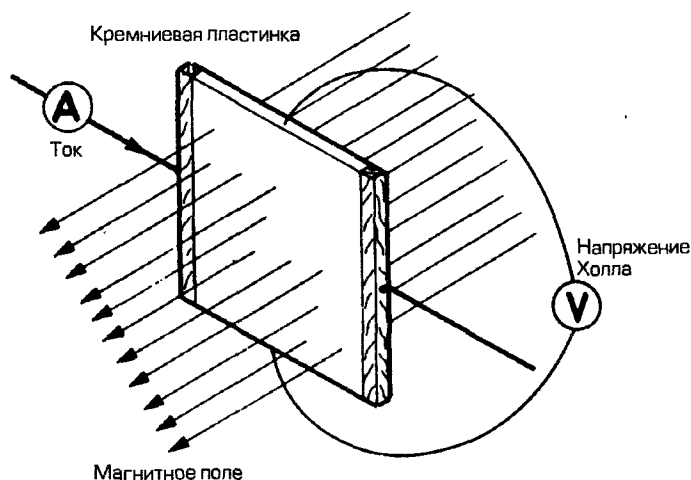
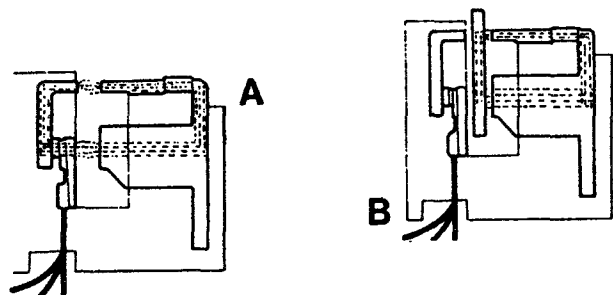


Рис. 6.63. Эффект Холла



- А. Зазор не перекрыт. Магнитное поле проходит через датчик. На выходе генератора высокое напряжение.
В. Лопасть прервала магнитное поле. На выходе генератора низкое напряжение.

Рис. 6.65. Принцип действия генератора Холла

Генератор Холла

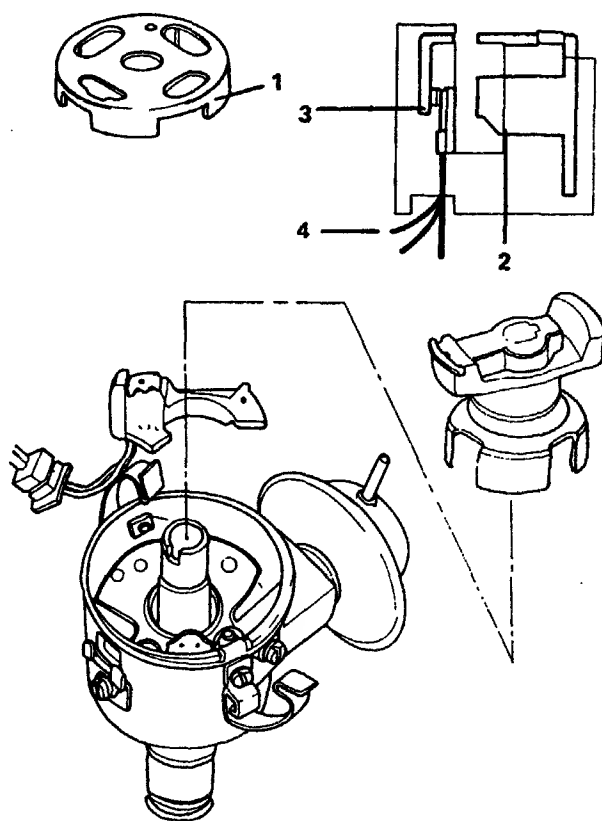
Устройство содержит пластинку кремния, к двум боковым граням которой приложено небольшое напряжение. Если пластинку поместить в магнитное поле, то на двух других гранях пластинки также появится напряжение (см. рис. 6.63). В этом состоит эффект Холла.

Изменение магнитного поля вызовет изменение напряжения Холла, которое можно использовать для управления разрядом свечи. На рис. 6.64 показано устройство генератора импульсов, основанного на эффекте Холла. Магнитное поле, создаваемое постоянным магнитом, может прерываться лопастями обтуратора, вращающегося на валу распределителя зажигания.

Через кремниевую пластинку пропускается ток примерно 30 мА, тогда как напряжение Холла составляет около 2 мВ, увеличиваясь с ростом температуры. Пластика обычно составляет одно целое с интегральной схемой, осуществляющей усиление и формирование сигнала.

Рис. 6.65 иллюстрирует работу устройства. При открытом зезоре между постоянным магнитом и датчиком Холла (А) пластинка выдает напряжение. Если зезор перекрывается лопастью обтуратора, магнитное поле замыкается через лопасть и не попадает на пластинку Холла. Напряжение при этом падает (см. рис. 6.66).

Сигнал с граней пластинки попадает в усилитель и формирователь импульсов, после чего он может управлять включением и выключением катушки.



- 1 Обтуратор с лопастями 3 Чувствительный элемент
2 Постоянный магнит 4 Провода датчика

Рис. 6.64. Конструкция генератора Холла

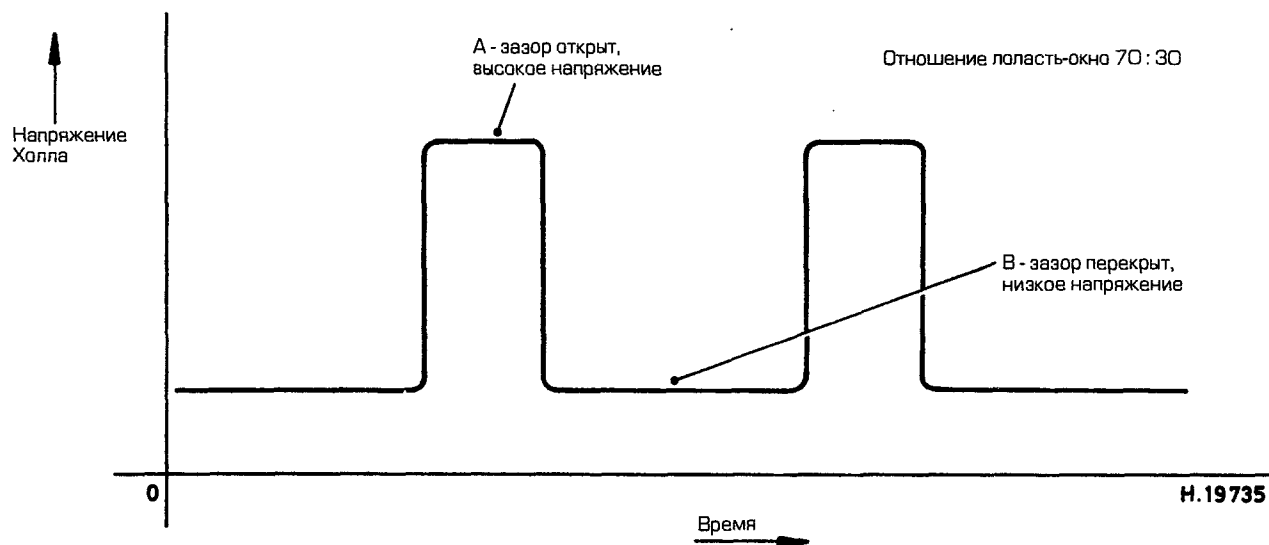


Рис. 6.66. Форма импульсов на выходе генератора Холла

Основанный на эффекте Холла генератор фирмы Bosch имеет соотношение лопасть-окно 70:30, т.е. постоянный угол замкнутого состояния. Однако на катушку этот угол может изменяться путем электронного регулирования ширины импульсов.

Заметим в заключение, что при высоком уровне напряжения Холла первичная обмотка катушки отключена и свеча дает разряд, т.е. *разряд свечи происходит в момент, когда лопасть обтюратора выходит из зазора.*

Генератор Холла имеет высокую надежность и, в отличие от оптического генератора, не столь чувствителен к загрязнению.

СЛЕДУЕТ ЗАМЕТИТЬ, ЧТО ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ С ГЕНЕРАТОРОМ ХОЛЛА МОЖЕТ ВОЗНИКНУТЬ И ПРИ НЕРАБОТАЮЩЕМ ДВИГАТЕЛЕ. БУДЬТЕ ОСТОРОЖНЫ!

Индукционный датчик

Напомним, что, если катушка находится в переменном магнитном поле, то в катушке индуцируется напряжения. Напряжения индукции зависит от:

- а) скорости изменения магнитного поля;
- б) числа витков катушки;
- в) знака изменения магнитного поля (нарастание или убывание).

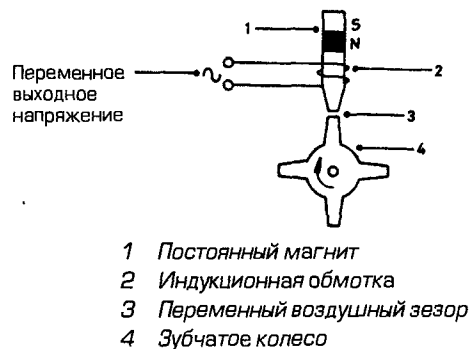


Рис. 6.67. Индукционный генератор импульсов с постоянным магнитом

Этот принцип также можно использовать для управления моментом зажигания.

На рис. 6.67 схематично показан датчик индукционного типа. Датчик включает в себя постоянный электромагнит с обмоткой и зубчатый диск. При вращении диска магнитное поле замыкается либо через зуб, либо через впадину. Магнитный поток, проходящий через обмотку, то увеличивается, в результате чего в обмотке

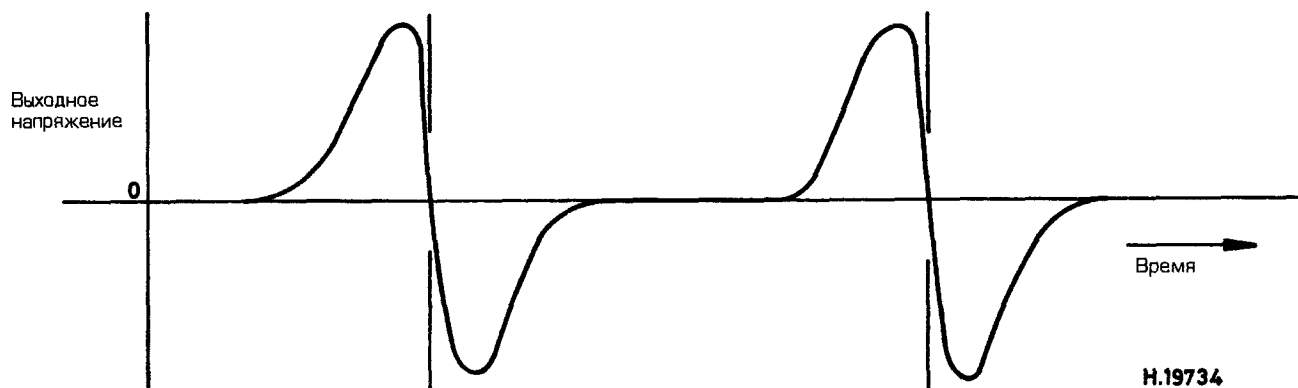


Рис. 6.66. Выходное напряжение индукционного генератора

индуцируется э.д.с. переменного знака (см. рис. 6.6В). Сигналы датчика проходят через формирователь импульсов и далее поступают на управление первичной обмоткой катушки зажигания (см. рис. 6.6Г).

При увеличении скорости выходное напряжение датчика будет меняться по двум параметрам:

- а) возрастет частота импульсов;
- б) напряжение вырастет с долей вольта до сотни вольт.

Система может работать во всем указанном диапазоне параметров.

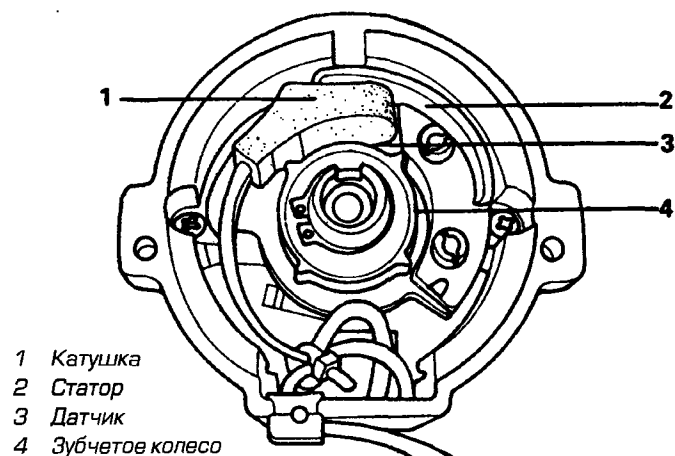


Рис. 6.69. Респределитель зажигания Lucas с индукционным генератором

Bosch реализует тот же принцип в иной конструкции. Плоская круглая неподвижная пластина снабжена четырьмя полюсными наконечниками (в случае 4-цилиндрового двигателя), магнитное поле которых поддерживается мощным постоянным магнитом. На валу распределителя зажигания закреплен стальной диск с четырьмя выступами, которые проходят на расстоянии 0,5 мм от полюсов. Под вращающимся диском соосно с валом установлена катушка датчика (см. рис. 6.70). При вращении диска его выступы проходят рядом с полюсами и резко меняют магнитный поток через обмотку, в результате чего в ней генерируются импульсы. Преимуществом такой конструкции является симметричное расположение катушки и магнитного поля.

В некоторых конструкциях датчик может быть установлен в зоне маховика, при этом выступы, замыкающие магнитное поле, закреплены на маховике болтами.

29 Электронное зажигание с индукционным генератором импульсов

1 Типичные схемы содержат:

- а) **Катушку зажигания** с малой индуктивностью и сопротивлением первичной обмотки менее 1 Ома
- б) **Балластный резистор** последовательно с первичной обмоткой для ограничения тока. Балластный резистор иногда изготавливается из провода с положительным температурным коэффициентом: пока двигатель не прогреет, сопротивление мало, через первичную обмотку проходит большой ток и разряд свечи имеет большую мощность. При пуске двигателя

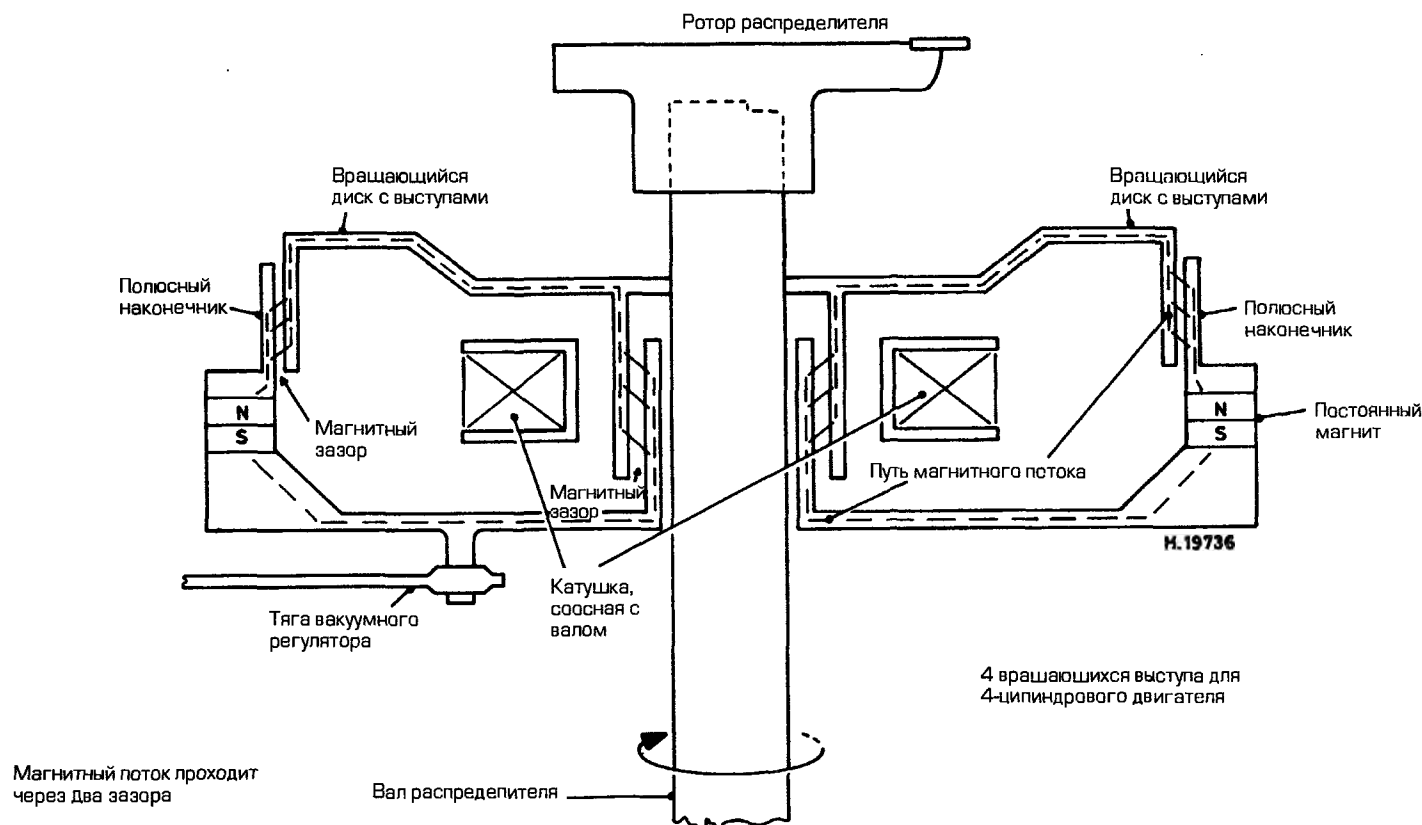


Рис. 6.70. Индукционный генератор импульсов Bosch

балластный резистор шунтируется, что делает возможным пуск при пониженном напряжении аккумулятора.

- в) **Распределитель зажигания**, в котором собран весь или только часть генератора импульсов, обычный ротор распределителя с крышкой, а также центробежный и вакуумный регуляторы опережения.
- г) **Электронный блок управления**, в котором имеется формирователь импульсов, регулятор угла замкнутых контактов и электронный ключ для управления включением первичной обмотки катушки.

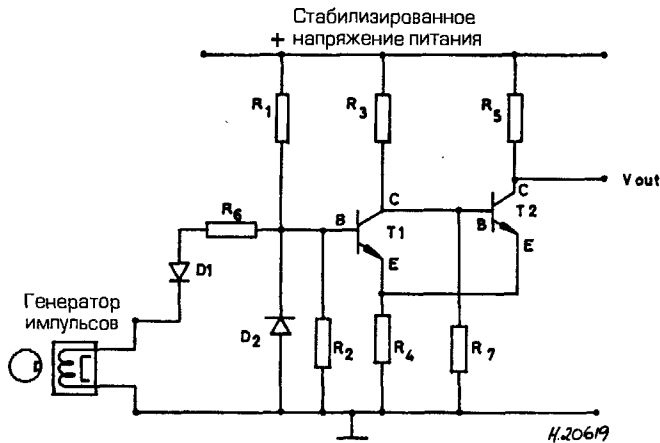


Рис. 6.71. Триггер Шмидта

В современных системах цепи управления имеют обратную связь по углу замыкания и по току в первичной обмотке. Подробнее эти устройства будут описаны ниже.

Формирование импульсов

2 Задача состоит в том, чтобы преобразовать сигнал на выходе датчика в последовательность прямоугольных импульсов одинаковой высоты. Для этой цели используется стандартная микросхема, известная под названием "триггер Шмидта".

Триггер Шмидта состоит из двух транзисторов, объединенных между собой положительной обратной связью, в результате чего состояние триггера мгновенно меняется от открытого к закрытому и наоборот.

Схема триггера показана на рис. 6.71. Устройство работает следующим образом.

- а) При отсутствии входного сигнала на базу транзистора T_1 поступает ток через резистор R_1 , в результате чего транзистор находится в проводящем состоянии. При этом напряжение на коллекторе T_1 запирает транзистор T_2 . Поскольку через резистор R_5 ток не идет, напряжение на его коллекторе (с) практически равно напряжению питания.
- б) Если напряжение на базе T_1 станет ниже -0.7 В (например, -0.8 В) транзистор окажется запертым и через его коллектор перестанет течь ток. Это происходит в тот момент, когда выходной сигнал индукционного датчика достигает точки А (см. рис. 6.72). Транзистор T_1 запирается, а T_2 отпирается. Через резистор R_5 начинает течь ток и напряжение на коллекторе T_2 падает. Увеличение тока через T_2 создает падение напряжения на R_4 , которое ускоряет переброс транзистора T_1 в запертое состояние - пример положительной обратной связи.

Напряжение на выходе генератора импульсов

Напряжение на выходе триггера Шмидта

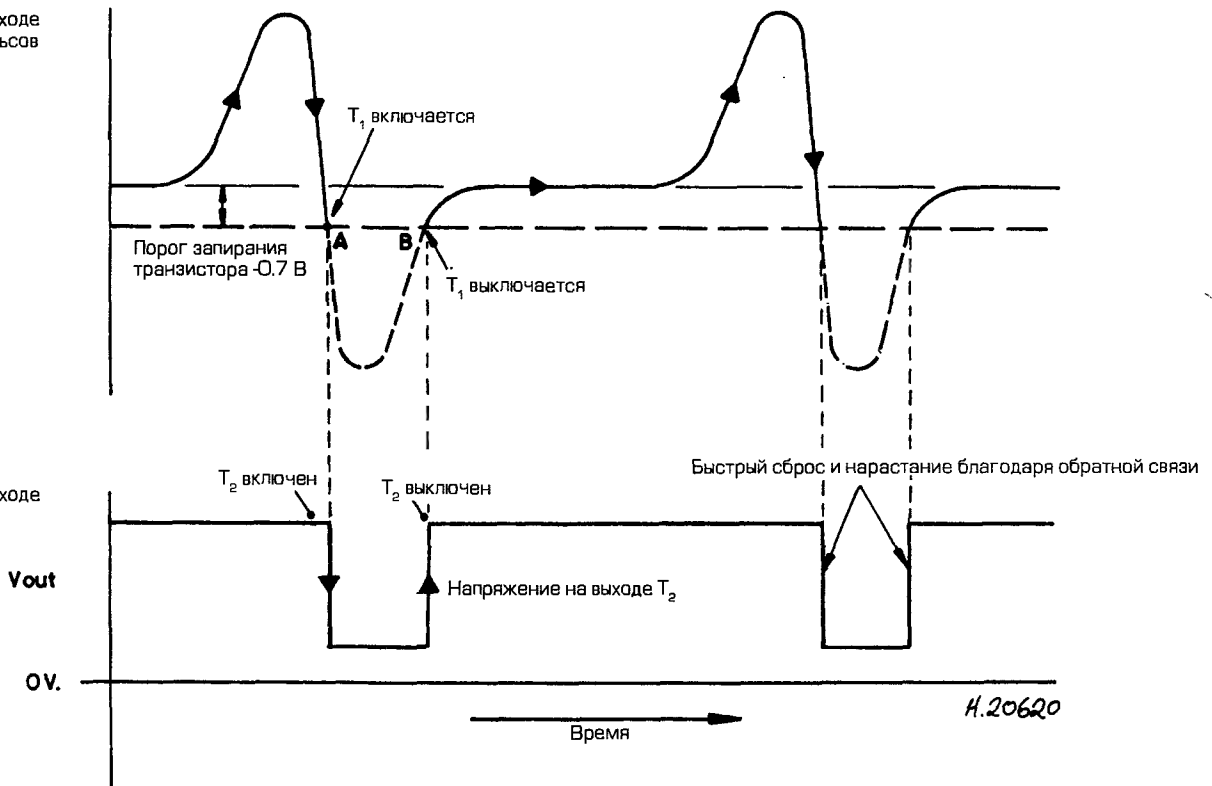


Рис. 6.72. Напряжение на входе и выходе триггера Шмидта

- в) Когда сигнал на входе триггера снова достигает значения ~ 0.7 В (точка В на рис. 6.72), через транзистор T_1 снова начинает течь ток. Падение напряжения на резисторе R_3 снижает напряжение на базе транзистора T_2 и ток через него уменьшается. Это, в свою очередь уменьшает падение напряжения на R_4 и транзистор T_1 быстро отпирается. Таким образом, состояние триггера возвращается к исходному положению и на выходе устройства (в точке С) напряжение снова становится максимальным.

Таким образом триггер Шмидта преобразует переменное входное напряжение в импульсы практически идеальной прямоугольной формы.

Обратите внимание на то, что диод D_1 предотвращает попадание на вход T_1 положительного напряжения датчика, а диод D_2 закорачивает отрицательные импульсы большой амплитуды, которые могут поступать на вход устройства при высокой скорости работы двигателя.

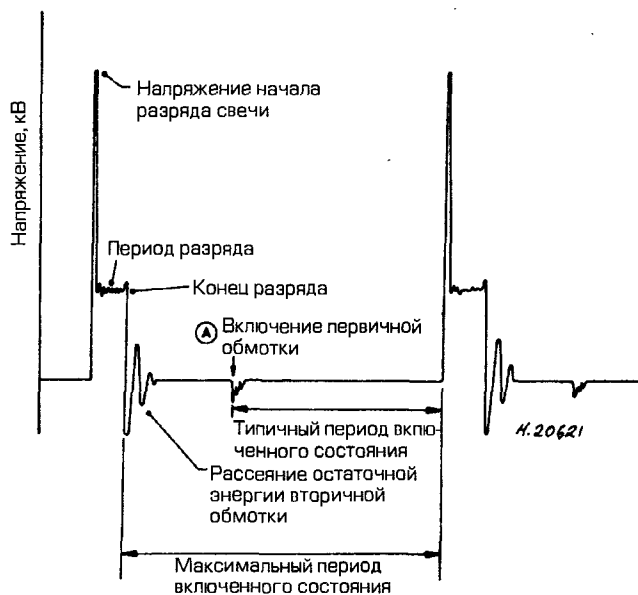


Рис. 6.73. Напряжение во вторичной обмотке катушки зажигания

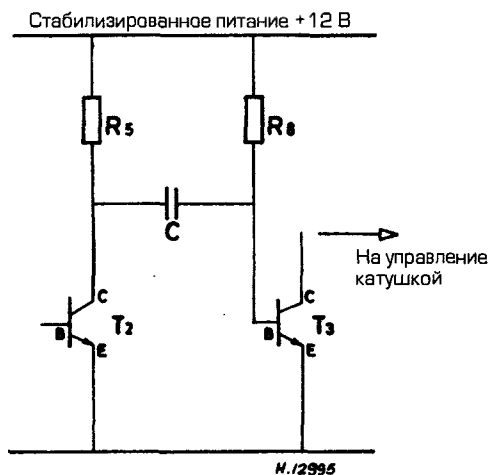


Рис. 6.74. Управление периодом включенного состояния

В действительности формирователь импульсов содержит также в своем составе диоды, регулирующие температурную устойчивость триггера, но здесь они для ясности отсутствуют.

Управление углом замкнутого состояния

3 В системах зажигания с контактным прерывателем УГОЛ замкнутого состояния (т.е. угол поворота коленчатого вала, в течение которого контакты замкнуты и через первичную обмотку катушки проходит ток) определяется профилем кулачка прерывателя и регулировкой зазора между контактами.

Тем не менее, ПЕРИОД (т.е. время) замкнутого состояния не остается постоянным и уменьшается с ростом оборотов двигателя. В результате при большой скорости вращения многоцилиндрового двигателя время замкнутого состояния может оказаться недостаточным для нарастания тока в первичной обмотке до необходимого уровня (из-за индуктивности катушки) и искра начнет слабеть или вообще пропадать.

На рис. 6.73 показано изменение напряжения во вторичной обмотке катушки. Верхний пик напряжения соответствует началу разряда свечи. Горизонтальная площадка с более низким уровнем напряжения показывает напряжение, необходимое для поддержания разряда. После окончания разряда оставшаяся энергия обмотки рассеивается через колебательную цепочку, образованную индуктивностью катушки, а также емкостью высоковольтных проводов системы.

В точке А включается первичная обмотка катушки и начинается период включенного состояния. Увеличение этого периода может быть достигнуто перемещением точки А влево вплоть до момента окончания разряда свечи.

Регулирование периода включенного состояния можно осуществить с помощью электронных устройств, один из примеров которых показан на рис. 6.74. В этом устройстве выход второго транзистора триггера Шмидта T_2 соединен со входом следующего транзистора T_3 через конденсатор С. Для упрощения можно считать, что эмиттер T_2 соединен с массой.

Задача состоит в том, чтобы при увеличении скорости заставить транзистор T_3 оставаться во включенном состоянии дольше. Схема работает следующим образом.

Замечание: искра возникает в момент отключения T_3 .

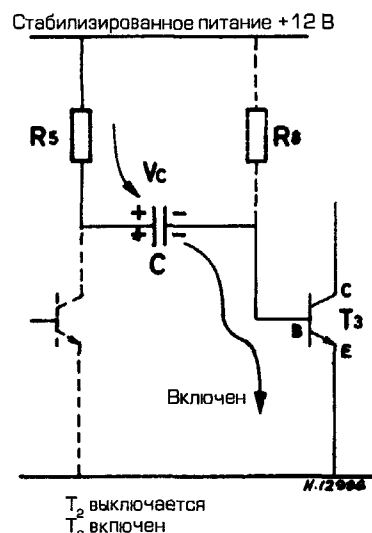


Рис. 6.75. Работа схемы управления периодом включенного состояния - T_2 выключается

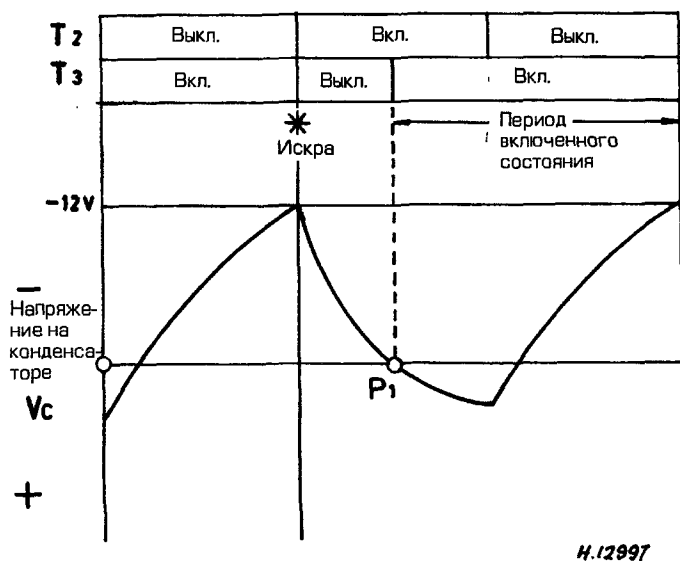


Рис. 6.76. Включенное состояние катушки при малой скорости

- е) Начнем с момента перехода T_2 в запертое состояние. При небольшой скорости вращения конденсатор C заряжается через R_5 и цепь база-эмиттер T_3 практически до напряжения питания (обратите внимание на полярность - рис. 6.75). Пока по цепи база-эмиттер течет ток, T_3 открыт и цепь первичной обмотки катушки зажигания подключена к источнику питания (см. рис. 6.76).
- б) Включается T_2 - начало искры. Положительно заряженная обкладка конденсатора C через включенный транзистор T_2 соединяется с массой и начинает разряжаться (см. рис. 6.77). Если пренебречь небольшим падением напряжения на T_2 , то видно, что напряжение на обкладке конденсатора, подключенной к базе T_3 , имеет такую полярность, которая запирает T_3 , благодаря чему начинается разряд на свече.
- в) В результате разряда конденсатора напряжение на базе T_3 падает и транзистор включается (точка P_1 на рис. 6.76). В первичной обмотке катушки начинает течь ток (см. рис. 6.78). Конденсатор C через резистор R_8 и транзистор T_2 заряжается

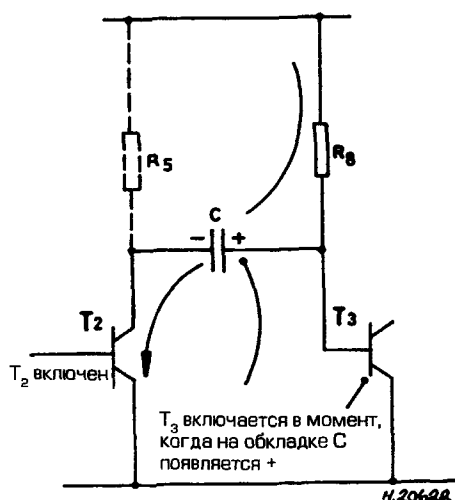


Рис. 6.78. Катушка включается в момент перемены полярности конденсаторе

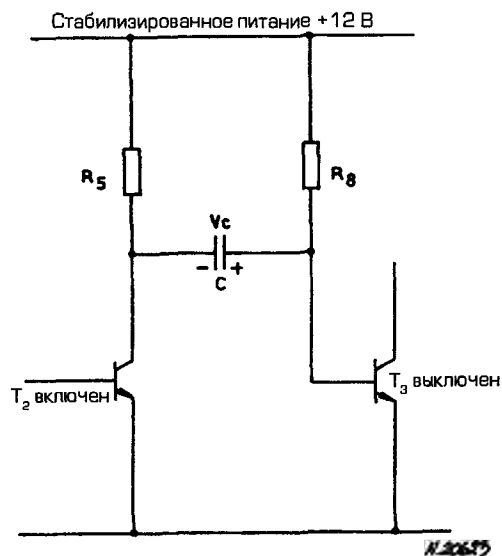


Рис. 6.77. Работа схемы управления периодом включенного состояния - T_2 включается

- в противоположной полярности. Это состояние прекращается в момент запираания транзистора T_2 .
- г) Выключается T_2 . Цикл повторяется сначала. Конденсатор C заряжается до 12 В и поддерживает T_3 во включенном состоянии, пока снова не включится T_2 .
- д) При высокой скорости конденсатор C не успевает полностью зарядиться (см. рис. 6.79). Поэтому он и разряжается быстрее, включая T_3 раньше.

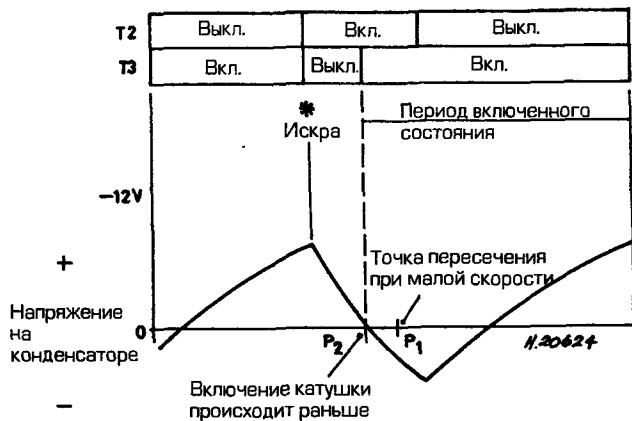


Рис. 6.79. Период включенного состояния при высокой скорости

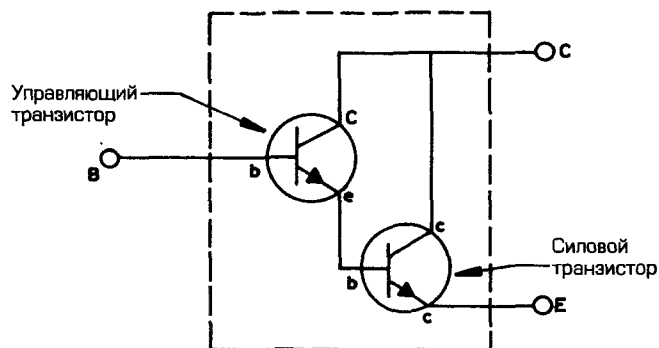


Рис. 6.80. Схема Дарлингтона

- е) При высокой скорости вращения многоцилиндрового двигателя приведенная выше схема может так сдвинуть влево точку включения первичной обмотки, что не успеет произойти полный разряд свечи, который должен длиться не менее 500 микросекунд. Ниже приводится описание простой схемы, которая позволяет предотвратить эту неприятность.

Силовой выключатель катушки зажигания

4 Часто для разных целей в схемах электронного управления требуется ключ с большим входным сопротивлением, который способен пропускать большой ток. Устройство, удовлетворяющее этим требованиям, известно под названием "схема Дарлингтона" или "альфа-пара".

Схема состоит из двух непосредственно соединенных между собой транзисторов, из которых второй является силовым (см. рис. 6.80). Обычно устройство выпускается в виде интегральной микросхемы.

Выходной транзистор T_3 из предыдущей схемы включает и выключает управляющий транзистор T_4 (см. рис. 6.81). Ток в цепи эмиттера создает напряжение на первом транзисторе схемы Дарлингтона, которое заставляет силовой ключ быстро включиться при включении T_3 .

Реально схема должна еще содержать диод, соединяющий первичную обмотку катушки с массой, чтобы исключить пики напряжения, которые возникают при резком прерывании тока катушки.

В некоторых конструкциях выходной коллектор ключа соединен через резистор со входом схемы для ускорения процесса переключения.

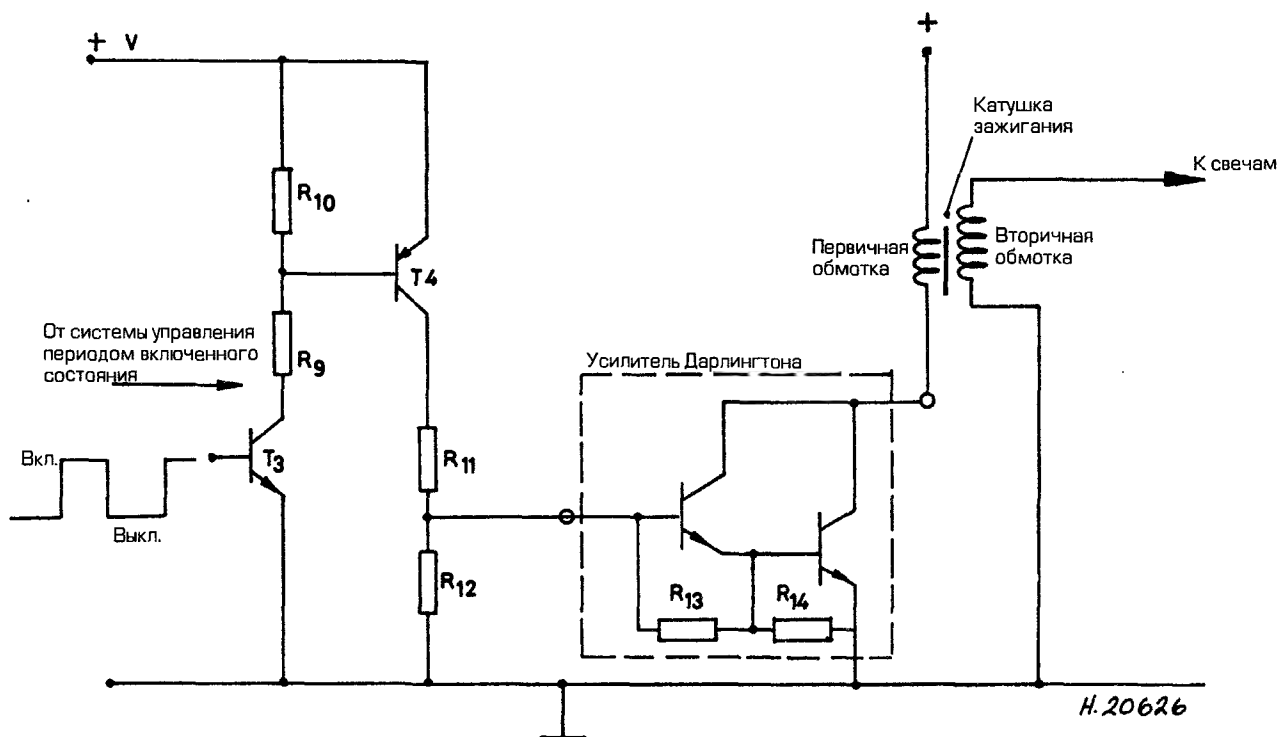


Рис. 6.81. Выходной усилитель электронного зажигания

30 Система постоянной энергии с генератором импульсов

1 Системы постоянной энергии - это термин, обозначающий такую систему управления первичной обмоткой катушки зажигания, которая обеспечивает высокую энергию разряда свечи независимо от условий работы двигателя.

Системы управления зажиганием дополняются также устройством, которое должно отключать первичную обмотку катушки при включенном зажигании, но не работающем двигателе.

Регулирование тока

2 Для измерения силы тока в первичной обмотке катушки в ее цепь между концом обмотки и массой включен резистор с небольшим сопротивлением. Падение напряжения на этом резисторе, пропорциональное току (вспомним закон Ома), сравнивается с эталонным напряжением, соответствующим требуемому току катушки (см. рис. 6.82).

Если падение напряжения на резисторе меньше эталонного, то положительная разность этих напряжений подается на управление схемой Дарлингтона, заставляя ее увеличить ток в катушке, и наоборот.

Управление периодом включенного состояния

3 Система управления работает следующим образом (см. рис. 6.82).

- Компаратор сравнивает напряжение на резисторе R с эталонным и определяет, соответствует ли ток в первичной обмотке катушки заданному.
- Частота импульсов индукционного датчика определяет скорость работы двигателя.

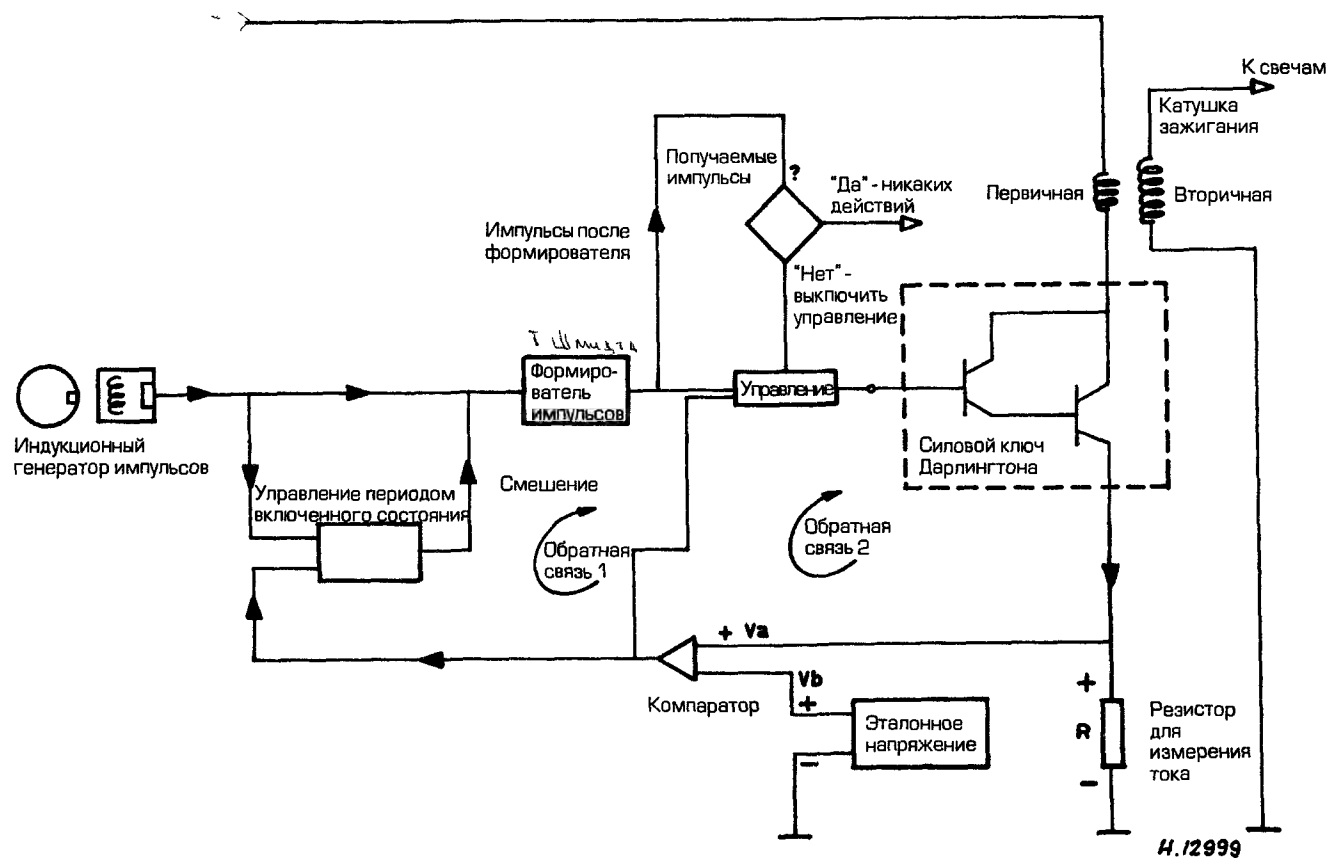


Рис. 6.82. Система постоянной энергии с генератором импульсов

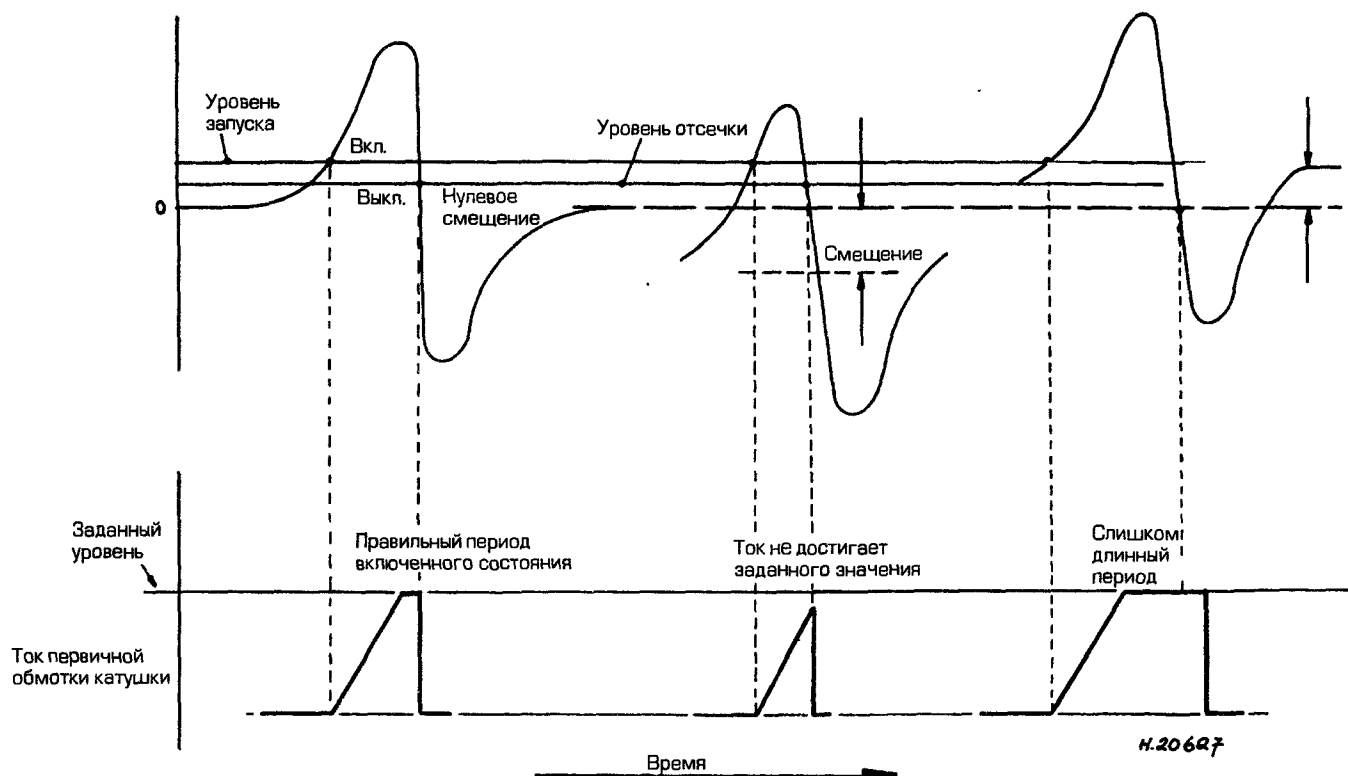


Рис. 6.83. Управление периодом включенного состояния катушки

Сигнал компаратора подается в виде смещения на вход формирователя импульсов и заставляет его открываться раньше или позже (см. рис. 6.83).

4 Лучшие результаты можно получить при использовании в цепях управления сигналами обратной связи. Такие системы имеют следующие преимущества.

- а) Катушка получает одинаковую энергию для последующего разряда независимо от скорости двигателя и напряжения аккумулятора.
- б) Автоматическое отключение катушки от источника питания при не работающем двигателе и включенном зажигании уменьшает разряд аккумулятора.

Теперь при желании можно включать радиоприемник и другие потребители ключом зажигания, не опасаясь разряда аккумулятора и перегрева катушки.

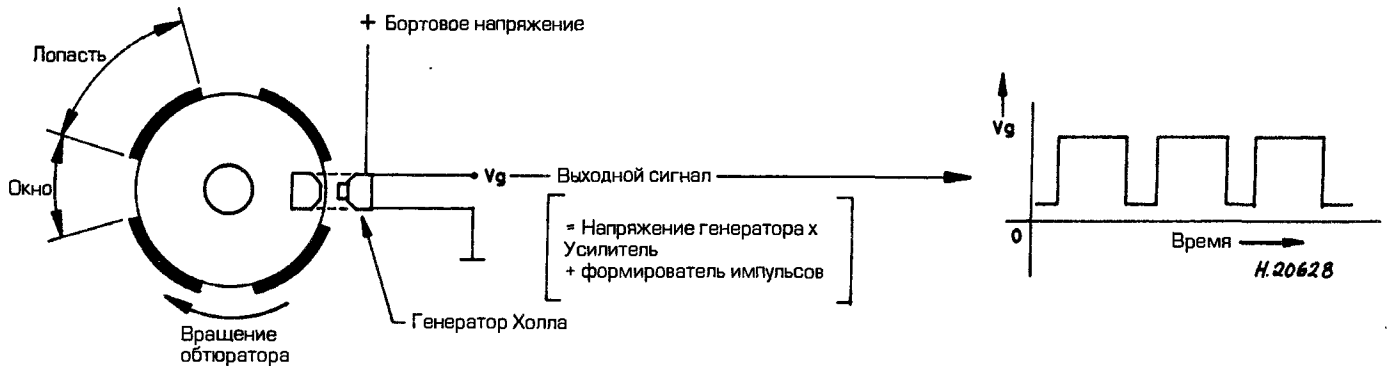
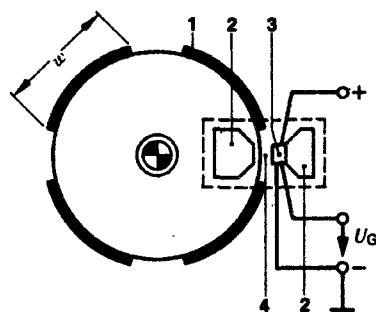


Рис. 6.84. Генератор Холла и форме выходного сигнала



- 1 Обтуратор с лопастью шириной W
- 2 Магнитопровод
- 3 Датчик Холла
- 4 Воздушный зазор
- U_g Напряжение генератора

BOSCH

Время

Рис. 6.85. Генератор Холла в распределителе зажигания

31 Электронное зажигание с генератором Холла

1 В принципе, генератор Холла можно использовать для управления зажиганием так же, как и индукционный датчик, т.е. пропустить его сигнал через формирователь импульсов и далее с помощью силового ключа включать и выключать катушку зажигания (см. рис. 6.84).

2 Выходное напряжение генератора Холла ниже, чем у индукционного датчика, поэтому его требуется сначала усилить. Обычно усилитель вместе с формирователем импульсов выполняют в виде одной интегральной схемы и помещают ее в корпус распределителя (см. рис. 6.85). В состав этой же интегральной схемы включают стабилизатор питающего напряжения и температурный компенсатор.

3 Недостатком генератора Холла является постоянный угол включенного состояния катушки, который задан в конструкции генератора шириной лопастей. Зато этот угол не изменяется в процессе эксплуатации и не требует регулировки, как системы с механическими контактами.

32 Системы постоянной энергии с генератором Холла

1 Как и в предыдущем случае, основной задачей системы является поддержание тока в первичной обмотке катушки зажигания на всех режимах работы двигателя и независимо от состояния аккумулятора. Система предусматривает:

- а) Ограничение тока катушки на заданном уровне
- б) Постоянство напряжения начала разряда свечи при всех режимах работы двигателя
- в) Отсутствие балластных сопротивлений.

Часто в дополнение к указанным качествам система предусматривает также отключение тока катушки при неработающем двигателе и включенном зажигании.

Достижение свойств а), б) и в) осуществляется за счет введения обратной связи в системе управления углом включенного состояния по току в первичной обмотке катушки.

Регулятор периода включения тока катушки

2 В случае индукционного генератора форма его выходного сигнала позволяла регулировать момент включения тока катушки за счет смещения в схеме формирователя импульсов. Сигнал

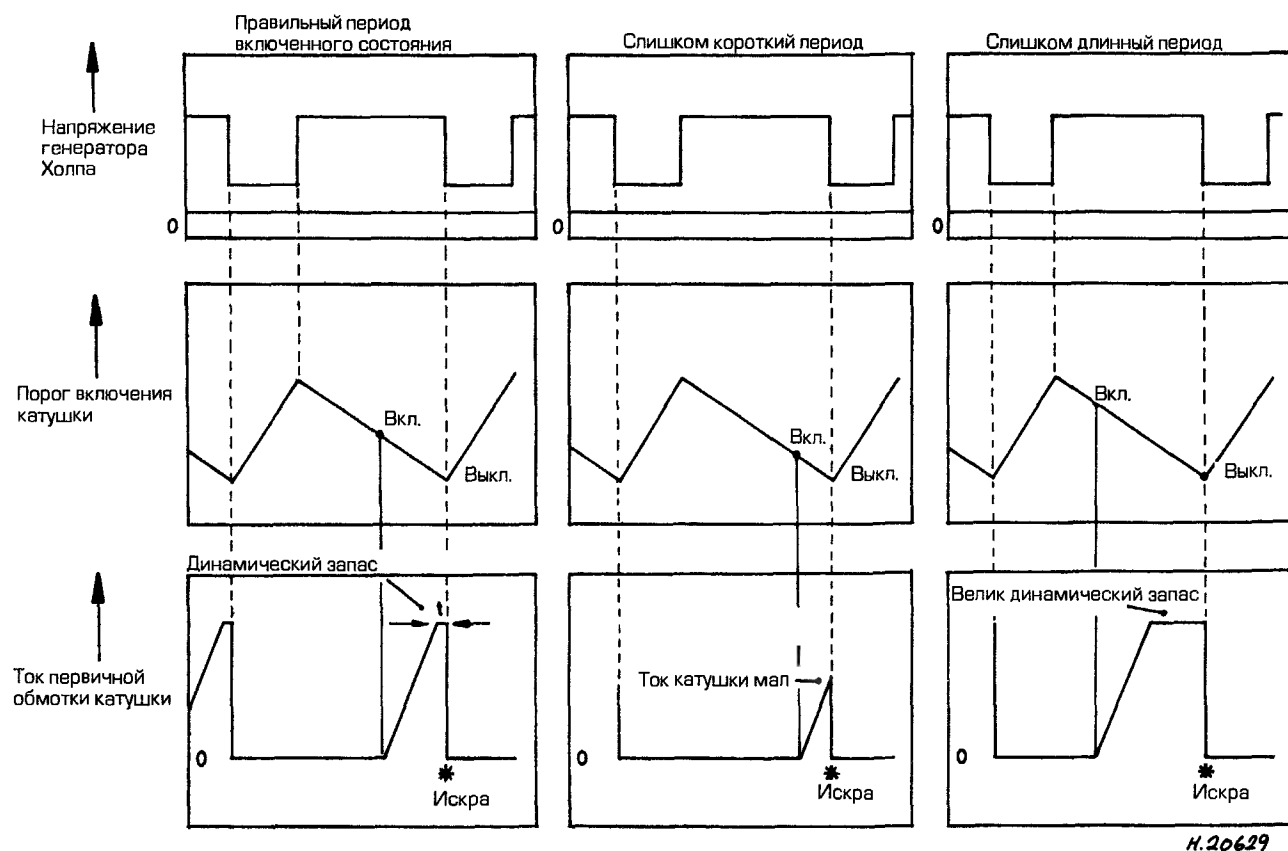


Рис. 6.86. Управление моментом включения первичной обмотки катушки путем изменения порога запуска импульса

генератора Холла имеет иную (почти прямоугольную) форму и прежний способ регулирования здесь не годится. Поэтому сигнал генератора Холла сначала преобразуется в импульсы треугольной формы одновременно с их усилением и инвертированием (см. рис. 6.86).

Разность напряжений, снимаемая с компаратора, устанавливает пороговое напряжения, при котором нарастающее напряжение импульса откроет ключ Дарлингтона, управляющий током катушки. Это пороговое напряжение таково, что ток в катушке достигает заданного уровня и удерживается на нем в течение заданного промежутка времени t . Этот небольшой промежуток необходим как запас для устойчивой работы системы на переходных режимах, например, при разгоне двигателя.

Начало импульса соответствует включению первичной обмотки катушки и началу периода включенного состояния. Конец импульса соответствует прерыванию тока катушки, т.е. началу разряда.

Изменения напряжения, снимаемого с компаратора, приводят к тому, что:

- период включенного состояния увеличивается, если ток в катушке не достигает заданного уровня, либо
- период уменьшается.

Управление пиковым значением тока

3 Сигнал с измерительного резистора в цепи катушки содержит информацию о пиковом значении тока в первичной обмотке катушки зажигания. Компаратор сравнивает это значение с эталонным и подает управляющее напряжение на драйвер. Если

достигнут предельный уровень тока, компаратор уменьшает выходное напряжение драйвера, который выключает ключ Дарлингтона.

Таким образом обратная связь обеспечивает ограничение предельного уровня тока в катушке и действует как выключатель тока при не работающем двигателе.

33 Цифровые системы зажигания

1 Переход к цифровым системам зажигания представляет большой шаг вперед, хотя эти системы пока и не обходятся без катушки, а также центробежных и вакуумных регуляторов опережения.

Цифровые системы обеспечивают постоянство энергии искры и ограничение тока катушки. Для определения требуемого момента зажигания с учетом скорости и загрузки двигателя в них используется микропроцессор.

2 Возможности компьютера позволяют учесть целый ряд параметров двигателя и автомобиля, но важнейшие конечные результаты состоят в следующем:

- Стало достижимым создание системы постоянной энергии для двигателей, работающих на бедной смеси во всем диапазоне режимов.
- Опережение зажигания можно приблизить к порогу начала детонации - чем ближе работа двигателя к этому порогу, тем выше его мощность.

3 Точность определения и поддержания опережения с учетом скорости, нагрузки и температуры обеспечивает топливную экономичность и снижение вредных выбросов в атмосферу. В такой системе нет движущихся частей, которые бы изнашивались и требовали обслуживания, она обеспечивает постоянство холостых оборотов, хороший запуск и многое другое - все эти преимущества оправдывают высокую сложность системы. Стоимость изделий микроэлектроники постоянно снижается и в настоящее время специалисты видят будущее именно за такими системами.

4 Заметим, что цифровая система зажигания может использоваться в автомобиле, независимо от того, каким образом управляется установленная на нем топливная система. Однако на большинстве современных автомобилей компьютер одновременно управляет обеими системами и они объединены в одну общую систему управления двигателем. Подробнее о такой системе будет сказано ниже.

34 Карта опережения зажигания

1 При создании нового двигателя разработчики проводят его лабораторные испытания в полном диапазоне скоростей и нагрузок. Для каждого сочетания скорости и нагрузки определяется оптимальное значение опережения зажигания. По этим данным строятся графики.

При выборе оптимального опережения для каждого режима работы двигателя принимается во внимание множество факторов, таких как топливная экономичность, запас по детонации, состав выхлопных газов, крутящий момент, температура двигателя, поэтому не удивительно, что такие графики имеют не совсем гладкую форму. Рис. 6.87 дает качественное представление о том, как требуется регулировать угол опережения, и как он в

действительности регулируется центробежным и вакуумным регуляторами.

2 График на рис. 6.87 изображает зависимость опережения только от оборотов двигателя. Чтобы учесть еще один параметр - нагрузку, требуется построить уже трехмерный график (см. рис. 6.88), все точки которого образуют поверхность. Если выбрать любое сочетание оборотов и нагрузки, и провести из этой точки перпендикуляр вверх, то на пересечении его с поверхностью, мы получим требуемое значение опережения.

Поверхность напоминает топографический план местности и может быть изображена наподобие топографической карты, поэтому ее иногда называют **картой зажигания**.

Если основание карты разбить на интервалы по скоростям и нагрузкам и построить на этих интервалах сетку (см. рис. 6.89), то для узлов этой сетки можно найти соответствующие значения опережения и записать эти значения, например, в память компьютера. Практически для удовлетворительного управления зажиганием необходимо хранить в памяти от 1000 до 4000 таких значений.

3 Дополнительно разработчику требуется дополнить карту режимами работы двигателя на холостых оборотах для их поддержания, а также на максимальных оборотах для их ограничения.

Наконец, программируется режим полных нагрузок таким образом, чтобы работать рядом с границей начала детонации, но не перейти ее.

35 Компьютерное управление зажиганием

1 Управление зажиганием двигателя осуществляется с помощью микропроцессора, который приспособлен к условиям работы на автомобиле. В его память заложены данные, о которых говорилось в параграфе 34, а также программа для обработки этих данных.

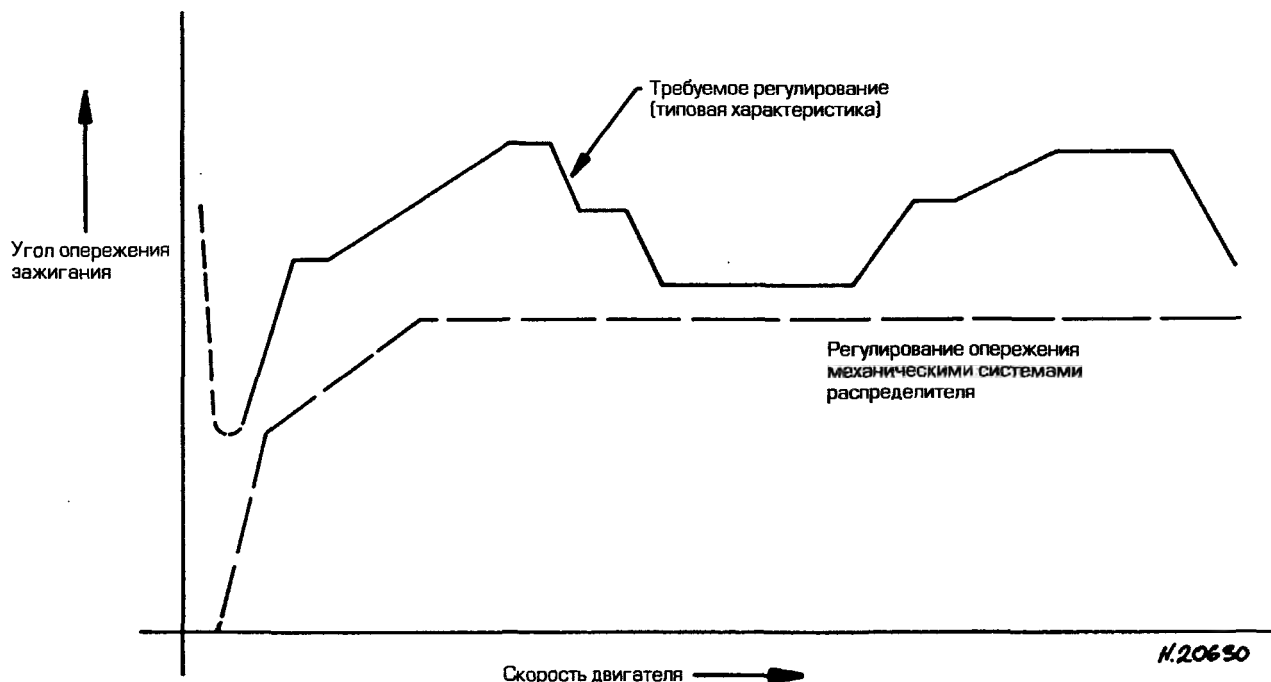
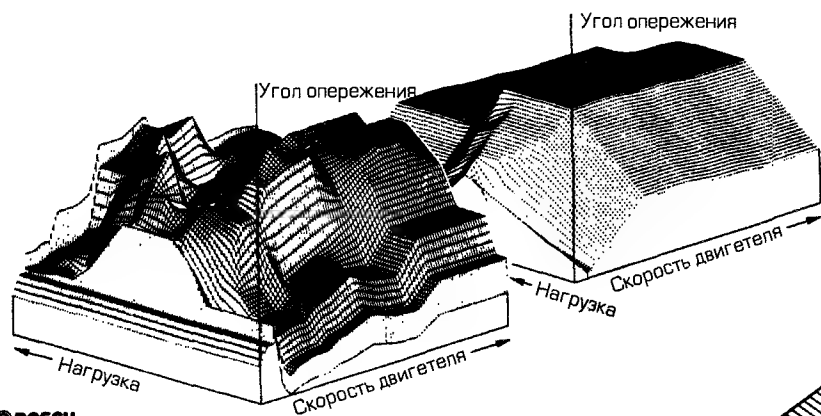


Рис. 6.87. Характеристика механических регуляторов опережения



© BOSCH

Рис. 6.88. Карта оптимальных углов опережения (слева) в сравнении с кртой, обеспечиваемой механическими регуляторами опережения (справа)

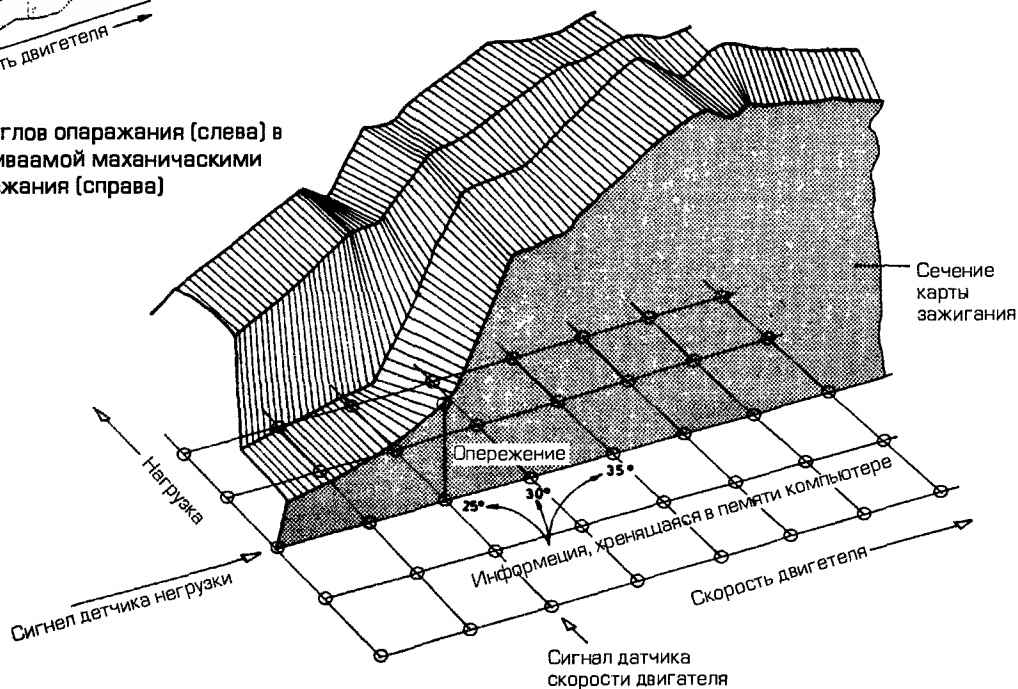


Рис. 6.89. Способ хранения карты

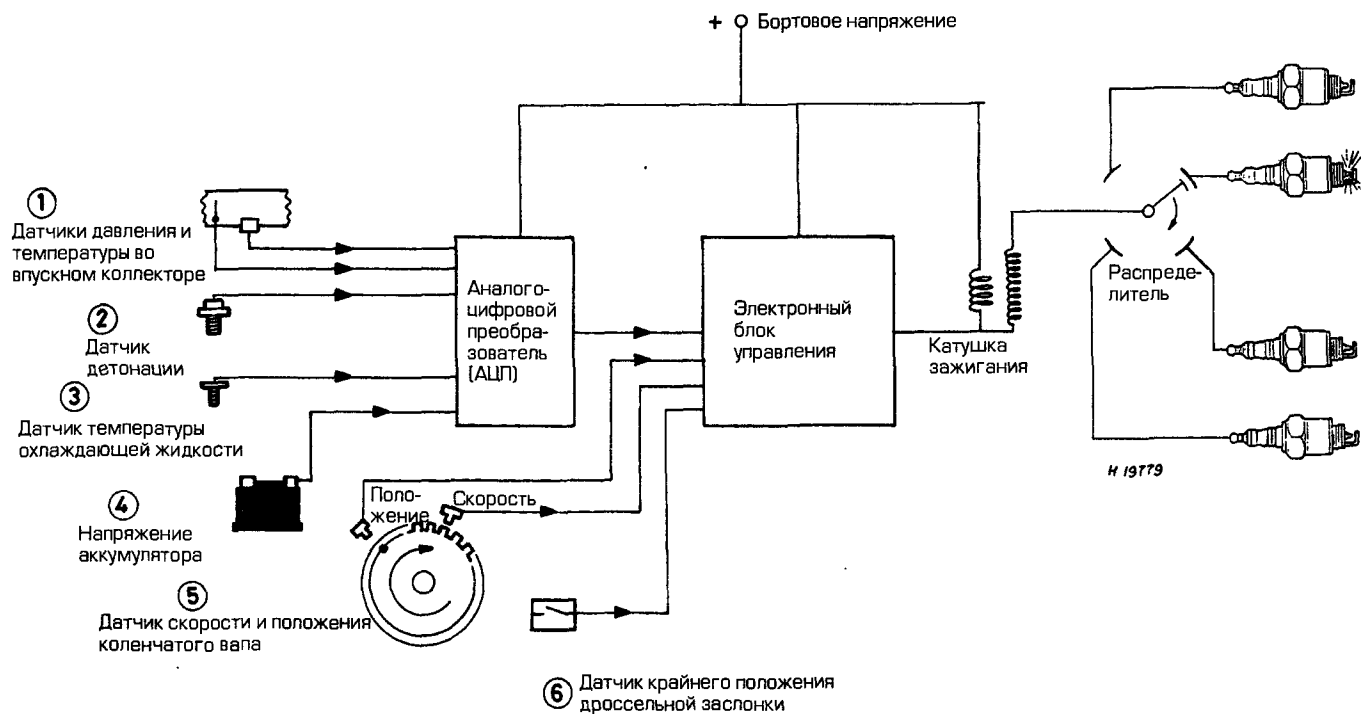


Рис. 6.90. Схема цифрового управления зажиганием

В процессе работы двигателя компьютер получает следующую информацию:

- а) Скорость двигателя
- б) Загрузка двигателя
- в) Температура охлаждающей жидкости
- г) Детонация
- д) Положение коленчатого вала
- е) Напряжение аккумулятора

2 Информация на компьютер поступает от **датчиков**, которые преобразуют измеряемые величины в электрические сигналы.

3 Компьютер сначала преобразует аналоговые сигналы датчиков в цифровую форму (т.е. в серию импульсов типа 0-1), поскольку компьютер умеет обрабатывать только числовую информацию.

Некоторые сигналы, такие как скорость коленчатого вала, уже поступают на компьютер в виде импульсов, однако большинство параметров, такие как температура, напряжение аккумулятора и пр. имеют постоянную полярность, хотя и меняют со временем свои значения. Такие сигналы называются аналоговыми и должны

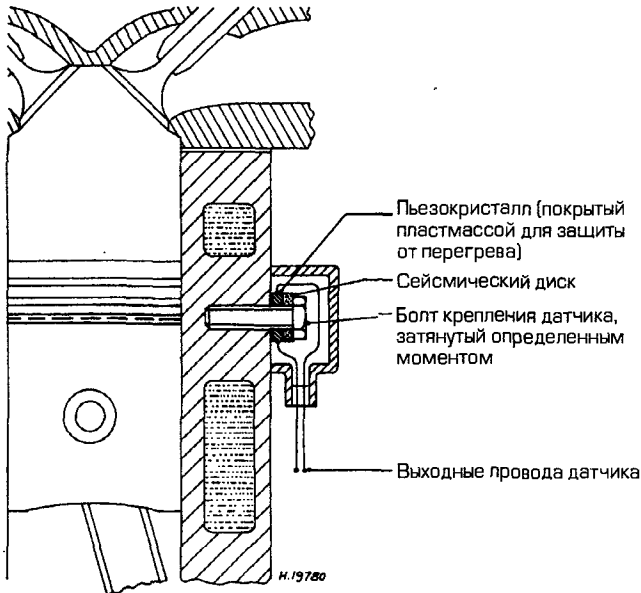


Рис. 6.91. Датчик детонации на пьезокристалле

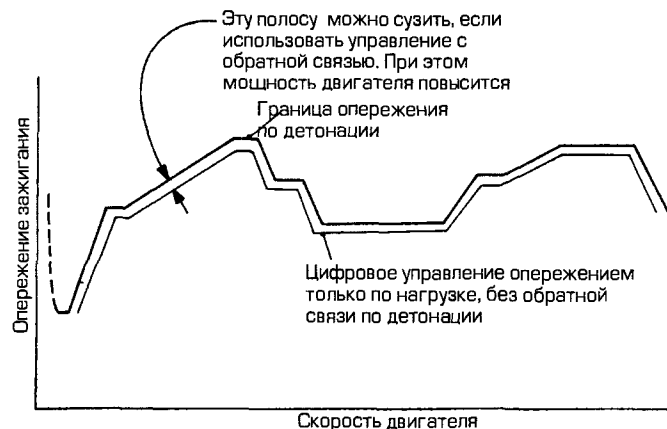


Рис. 6.92. Повышения мощности двигателя с управлением по сигналу детонации

быть преобразованы перед входом в компьютер в цифровую форму с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП).

4 Рассмотрим подробнее сигналы, поступающие в компьютер (на рис. 6.90 они пронумерованы цифрами, заключенными в кружок).

1. Нагрузка. Информацию о нагрузке двигателя дает разрежение во впускном коллекторе. Для измерения давления может быть использован барометрический датчик, основой которого является пьезоэлектрический преобразователь.

Величиной, связанной с нагрузкой двигателя является и расход воздуха через коллектор. Дополнительную информацию о расходе воздуха можно получить, измерив его температуру, что позволяет внести поправки на его плотность. Эти данные используются, в основном, для управления впрыском топлива.

Как вариант, может быть измерен сразу массовый расход воздуха с помощью датчика с нагреваемой проволокой. Все указанные параметры измеряются в аналоговой форме и перед вводом в компьютер должны быть преобразованы в числа с помощью АЦП.

2. Детонация обнаруживается с помощью датчиков ускорения, основой которых может служить пьезоэлектрический преобразователь. Такой датчик представляет собой кварцевую пластинку, закрепленную в подходящем месте на блоке цилиндров, и прижатую снаружи массивным диском (называемым сейсмическим диском) — см. рис. 6.91. Пьезодатчик генерирует электрическое напряжение, пропорциональное изменению механического напряжения на его поверхностях. При детонации вибрация блока цилиндров достигает такого значения, при котором диск, прижатый к датчику, начинает с большой частотой сжимать пластинку кварца, в результате чего на ее гранях появляется переменное электрическое напряжение.

Полученные таким образом сигналы от каждого цилиндра поступают в компьютер для оценки их уровня. Предварительно компьютер определяет средний уровень вибраций для каждого цилиндра. Этот уровень постоянно адаптируется к меняющимся условиям. Если сигнал детонации от какого-либо цилиндра в момент вспышки превышает пороговый уровень для этого цилиндра, компьютер уменьшит опережение в ЭТОМ КОНКРЕТНОМ цилиндре на небольшой угол, скажем, на 1,5 градуса.

Процесс повторяется для каждого цилиндра в каждом цикле. Если детонации больше нет, компьютер начинает в каждом цикле постепенно увеличивать угол опережения с маленьким шагом, пока не достигнет значения, записанного в карте зажигания.

В результате каждый цилиндр настраивается индивидуально на работу в режиме наибольшей эффективности, поскольку наибольшая эффективность достигается при работе на границе детонации (см. рис. 6.92). Поскольку каждый цилиндр имеет свою шумовую характеристику, для четырехцилиндрового двигателя оказывается достаточно один датчик, который различает каждый из цилиндров. На 6-цилиндровых двигателях устанавливают два таких датчика.

На рис. 6.93 показана блок-схема управления зажиганием по сигналу детонации. При неисправности системы, например при отказе датчика или обрыве провода, система управления уменьшает опережение до безопасного уровня, а на панели приборов загорается лампочка, сигнализирующая о неисправности.

3. Температура двигателя. Для измерения температуры в диапазоне до 200°C в настоящее время чаще всего применяют термисторы взамен ранее применявшихся терморезисторов.

это полупроводниковый резистор с ярко выраженным отрицательным температурным коэффициентом (см. рис. 6.94). Обычно рабочая температура термистора лежит в пределах от -20 до $+130^{\circ}\text{C}$.

Для измерения температуры охлаждающей жидкости капсулу с термистором вворачивают в водяной канал блока цилиндров (см. рис. 6.95).

Термистор имеет высокую чувствительность, так что значение температуры может быть измерено с точностью до $0,05^{\circ}\text{C}$.

Температура вводится в компьютер как дополнительный параметр, который, наряду со скоростью и нагрузкой, позволяет найти по карте зажигания требуемое опережение для данного режима работы двигателя (см. рис. 6.96).

4. Напряжение аккумулятора. Это дополнительный параметр. Если напряжение аккумулятора отличается от эталонного, то момент включения катушки сдвигается вперед или назад для достижения постоянной мощности разряда.

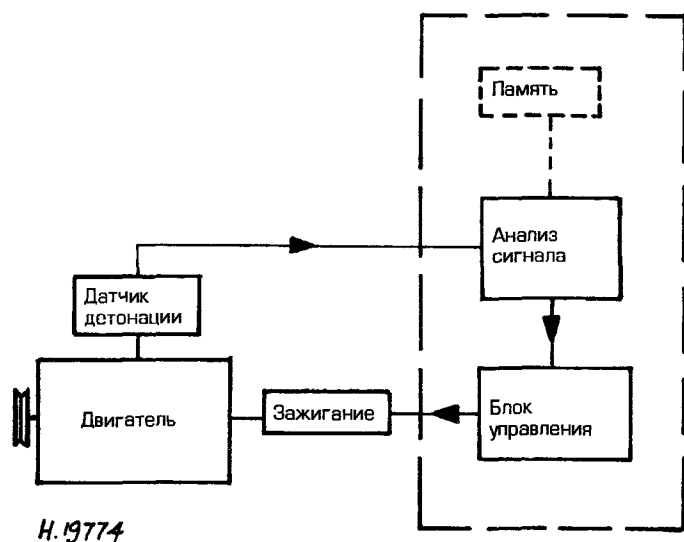


Рис. 6.93. Управление опережением с обратной связью по детонации

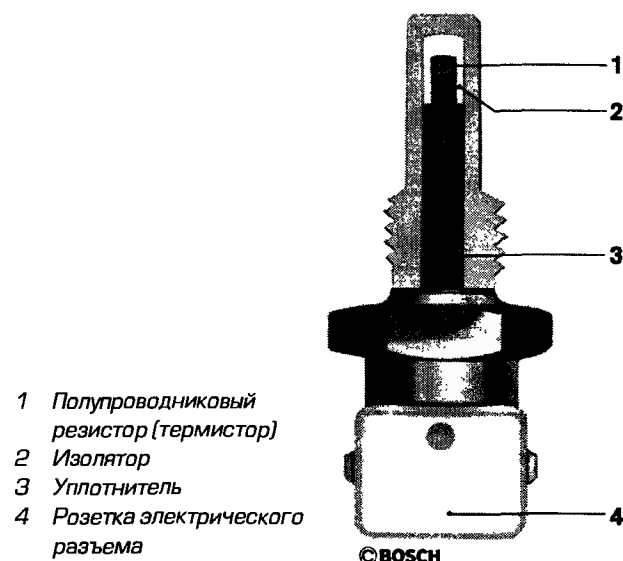


Рис. 6.95. Датчик температуры двигателя

5. Частота вращения и положение коленчатого вала. Частоту вращения коленчатого вала можно определить, подсчитав число зубьев специального зубчатого диска, закрепленного на коленчатом валу, проходящее в единицу времени мимо индукционного датчика (см. рис. 6.97). Датчик основан на том же принципе, что и индукционный генератор импульсов, описанный выше (см. рис. 6.67).

Кроме частоты вращения в блок управления надо также ввести положение некоторой точки начала отсчета угла поворота вала. Обычно такой точкой является положение 90° до ВМТ в цилиндре № 1. Это положение вводится в компьютер с помощью другого датчика, который реагирует на специальный выступ зубчатого диска. Иногда роль зубчатого диска выполняет зубчатый венец маховика.

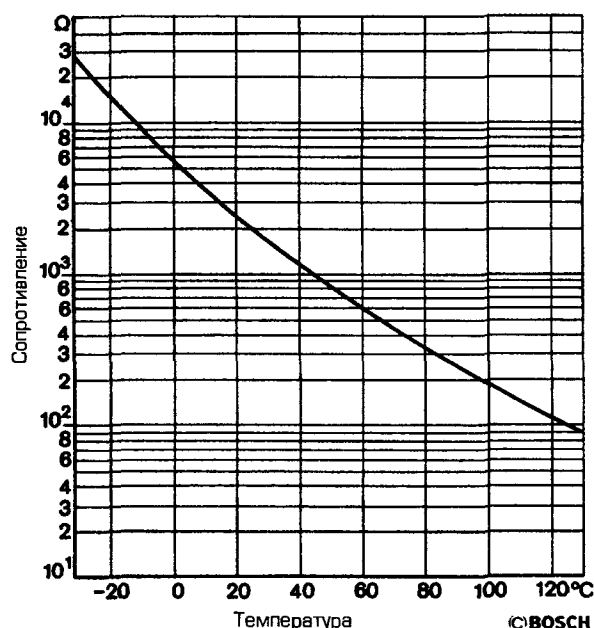


Рис. 6.94. Тарировочная характеристика термистора

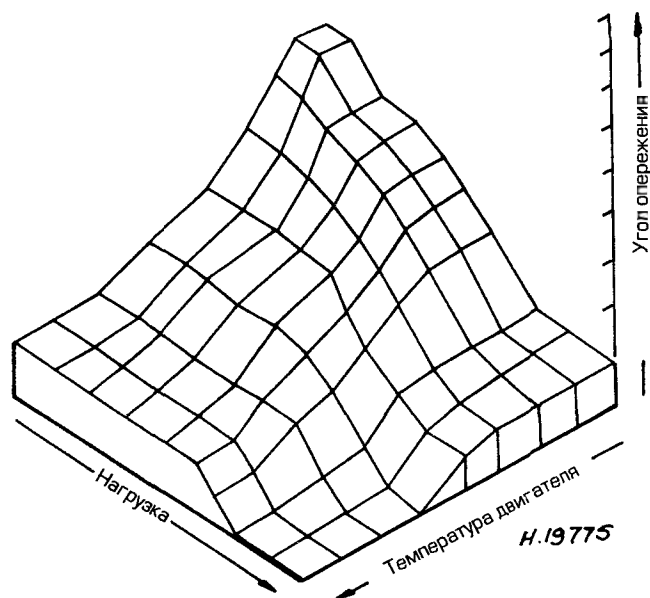


Рис. 6.96. Карта опережения зажигания в зависимости от температуры и нагрузки

Как вариант, скорость двигателя и положение коленчатого вала можно измерить и на распределительном валу двигателя, особенно если от него приводится распределитель зажигания с генератором Холла. Но все же измерение параметров самого коленчатого вала является более точным.

Вместо двух датчиков для измерения скорости и положения вала можно воспользоваться одним, если зубчатый венец снабдить какой-либо специальной меткой, различимой для датчика, например, отсутствие одного зуба.

Наконец, следует заметить, что недостатком применяемых для этих целей индукционных датчиков является зависимость выходного напряжения от скорости. Таким образом, малую скорость часто измерить вообще не удастся.

6. Датчики крайних положений дроссельной заслонки. Эти датчики посылают в блок управления сигнал о том, что дроссельная заслонка достигла одного из крайних положений - полной негрузки или холостого хода. Сигналы крайних положений заслонки нужны блоку управления для перехода на специальные программы регулирования зажигания в этих ситуациях.

В некоторых системах управления сигнал крайнего положения дроссельной заслонки используется для отсечки топлива при увеличении оборотов двигателя сверх допустимых (см. рис. 6.98).

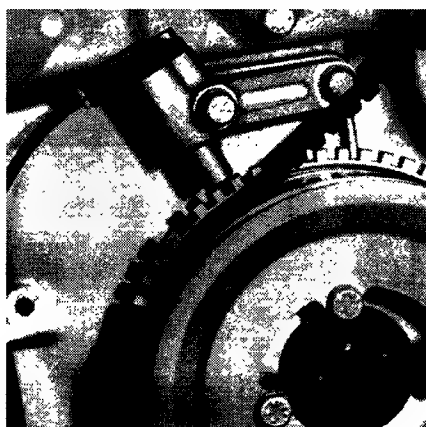


Рис. 6.97. Индукционный датчик импульсов с зубчатым диском на коленчатом валу

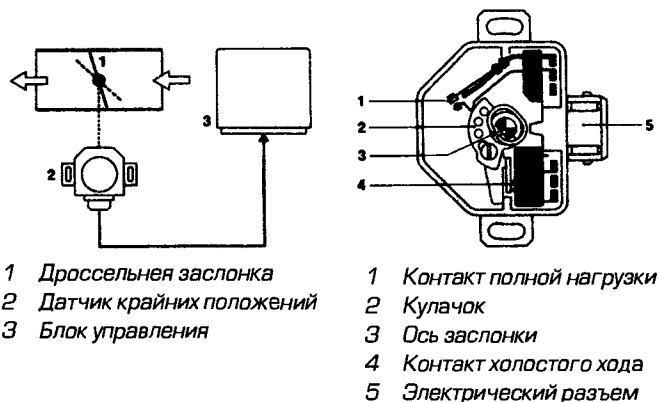


Рис. 6.98. Датчики крайних положений дроссельной заслонки

Электронное управляющее устройство (ЭУУ)

5 На рис. 6.90 показаны различные датчики, которые поставляют информацию в ЭУУ о состоянии двигателя для оптимизации зажигания.

Структура ЭУУ показана на рис. 6.99. Функции отдельных его систем состоят в следующем.

Входное устройство. Сигналы, стекающиеся на вход ЭУУ от датчиков преобразуются в форму, понятную компьютеру, т.е. в серию импульсов ДА - НЕТ, которые представляют собой цифры в двоичной системе:

ДА = 1 НЕТ = 0

Аналоговые сигналы, например, напряжение аккумулятора, преобразуются в двоичный код с помощью аналого-цифровых преобразователей (АЦП).

Устройства ввода-вывода (УВВ). Это устройство принимает сигналы в те моменты и в той последовательности, в которой они поступают, а затем выдает их в процессор компьютера в той последовательности и той скоростью, которая нужна процессору, либо отправляет текущую информацию в оперативную память машины.

Часы. Компьютер оперирует данными как функциями времени. Для определения времени и временных интервалов в компьютере установлен точный кварцевый генератор импульсов.

Шины. Отдельные блоки компьютера связаны между собой плоскими кабелями, известными под названием шины. По шинам передаются данные (шина данных), адреса памяти (адресная шина), а также сигналы управления (управляющая шина).

Центральный микропроцессор. Микропроцессор выполняет в компьютере все вычисления. Все, что он умеет делать, это складывать, вычитать, делить и умножать, поэтому все программы, которые выполняет процессор должны состоять из этих операций. Кроме того, процессор умеет выполнять логические операции.

ЭУУ управляет ходом вычислений, направляя в процессор нужную информацию в нужный момент и отправляя результаты вычислений в нужные устройства.

Постоянная память. Эта память может только выдавать хранящуюся в ней информацию, но она никак не может быть изменена. Эта информация сохраняется в памяти даже при отсутствии питания. В эту память невозможно записать никакую новую информацию.

В постоянной памяти хранятся данные, такие как карта значений управляемых параметров двигателя в табличной форме, коды, управляющие программы и пр. Все эти данные заносятся (зашиваются) в постоянную память изготовителем.

В состав постоянной памяти входят также перепрограммируемые и стираемые блоки, которые могут быть использованы изготовителем или его представителем для обновления и изменения записанной информации.

Оперативная память. Текущие данные - сигналы датчиков, команды управления и промежуточные результаты вычислений хранятся в оперативной памяти компьютера, пока не будут заменены новой информацией. Оперативная память при выключении питания теряет всю хранящуюся в ней информацию.

Работа бортового компьютера

6 Информация о характеристиках двигателя хранится в памяти компьютера в форме таблиц, называемых рабочими таблицами. Эти таблицы получаются из трехмерных карт опережения зажи-

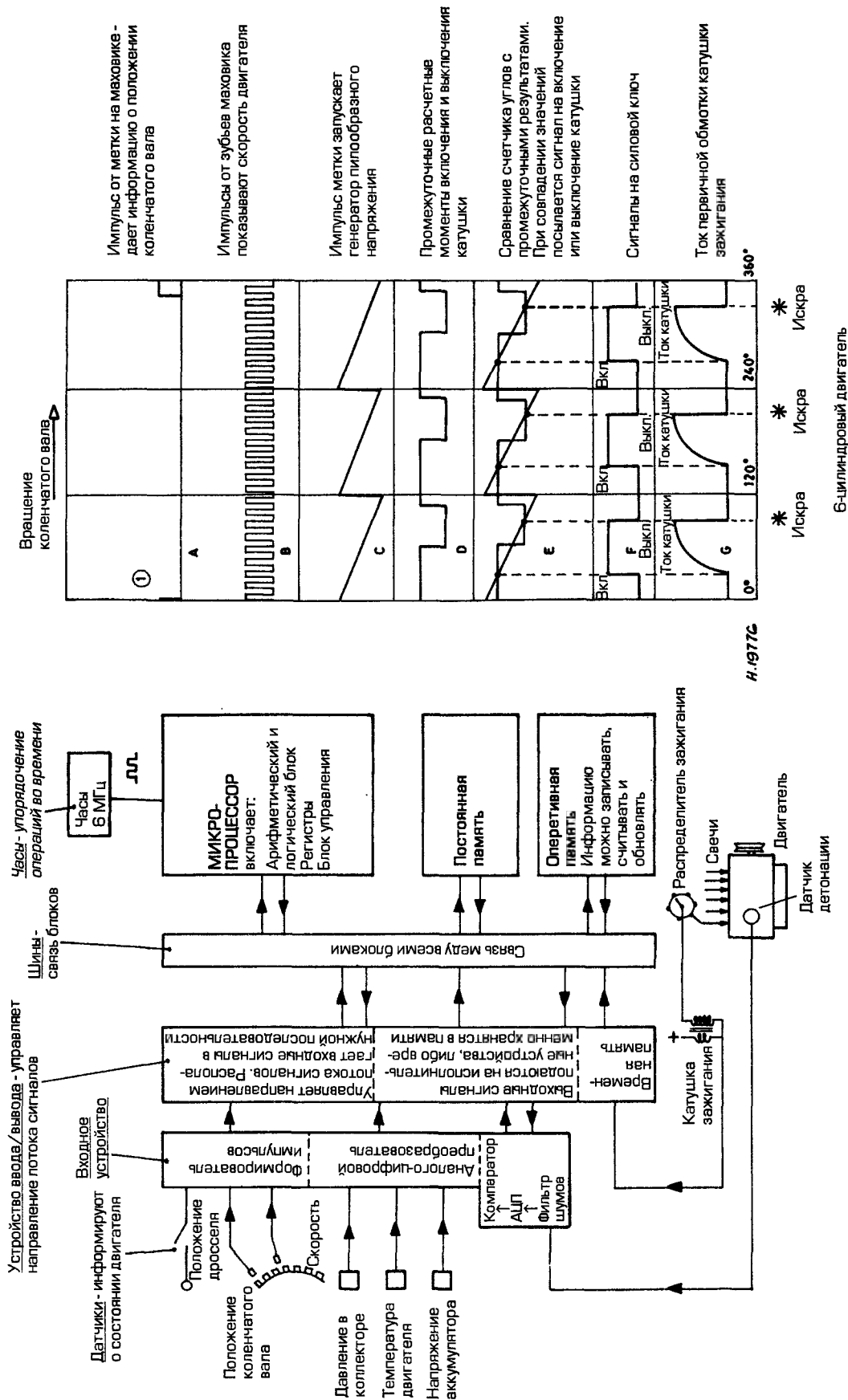


Рис. 6.99. Цифровая система электронного управления

гания и таких же карт для периода замкнутого состояния. Рабочие таблицы могут быть составлены компьютером для различных сочетаний параметров, однако, прежде всего такими параметрами являются скорость, давление в коллекторе, температура двигателя и, возможно, напряжение аккумулятора.

Каждая из таблиц дает свое значение угла опережения и для определения истинно требуемого угла все результаты сопоставляются сопоставляются. Подобным образом вычисляется и угол включенного состояния.

При включении питания микропроцессор посылает закодированный двоичный адрес, который указывает, к какой части памяти он обращается.

Затем посылается управляющий сигнал, указывающий направление и последовательность движения информации в процессор или из процессора.

Работа самого процессора представляет собой серию двоичных импульсов, с помощью которых информация считывается из памяти, декодируется и выполняется. Программы выполнения операций - арифметических, логических и транспортных также записаны в памяти.

Наконец, ЭУУ выдаст команду силовому ключу системы зажигания на включение или выключение катушки в соответствии с текущим состоянием двигателя.

В системах без датчика детонации система управления будет поддерживать опережение вблизи границы детонации, записанной в память компьютера (см. рис. 6.92). Это приемлемо для нового двигателя, однако в этом случае не будут учтены изменения условий работы двигателя, вызванные износом, сортом топлива и пр.

Датчик детонации позволяет ЭУУ осуществлять управление на грани детонации при любых изменениях режима работы двигателя.

Ниже будет описана еще одна функция управления, связанная с поддержанием на требуемом уровне вредных примесей в составе выхлопных газов.

Бесконтактные системы зажигания

7 С развитием электронных систем зажигания появилась возможность отказаться от самого ненадежного узла системы зажигания - контактного прерывателя вместе с центробежным регулятором опережения. Распределителю зажигания в этом случае оставлена единственная функция - направлять искру при очередном разряде в нужный цилиндр. Но и эта функция теперь может выполняться бесконтактным способом с помощью четырехпроводной катушки зажигания (для 4-цилиндровых двигателей).

Такая система зажигания разработана фирмой Ford для двигателей семейства HCS Valencia, устанавливаемых на автомобилях типа Escort/Orion. Распределение зажигания по цилиндрам здесь достигается с помощью двух высоковольтных катушек, оба конца которых соединены со свечами разных цилиндров. Эта идея раньше использовалась для двухцилиндровых двигателей Citroen 2CV и Visa, однако теперь, благодаря электронному управлению, она стала осуществима и на 4-цилиндровом двигателе.

Каждый раз, когда вторичная катушка получает сигнал на разряд, вспышки происходят сразу в двух цилиндрах (см. рис. 6.100). Разряд одной свечи происходит в цилиндре, где заканчивается такт сжатия, а второй свечи - в цилиндре, где заканчивается такт вхлопа. Первая свеча подожжет рабочую смесь и начнется обычный рабочий ход, а вторая искра пропадет впустую. В системе зажигания Форда напряжение вторичной обмотки составляет 37 кВ, что вполне достаточно для поддержания разряда в двух свечах одновременно.

Обратите внимание на то, что искра будет иметь правильную полярность только в одной свече, а в другой полярность будет "неправильной" (см. рис. 6.101), если вспомнить, что в идеале центральный электрод должен быть положительным, а периферийный - отрицательным (см. параграф 13 этой главы).

Порядок работы цилиндров обычный (1-2-4-3) и свечи, используемые в двигателе тоже обычные, но здесь их приходится заменять каждые 20 000 км.

Первичная обмотка катушки зажигания имеет сопротивление $0.5 \pm 0.05 \text{ Ом}$, а вторичная - от 11 до 16 кОм.

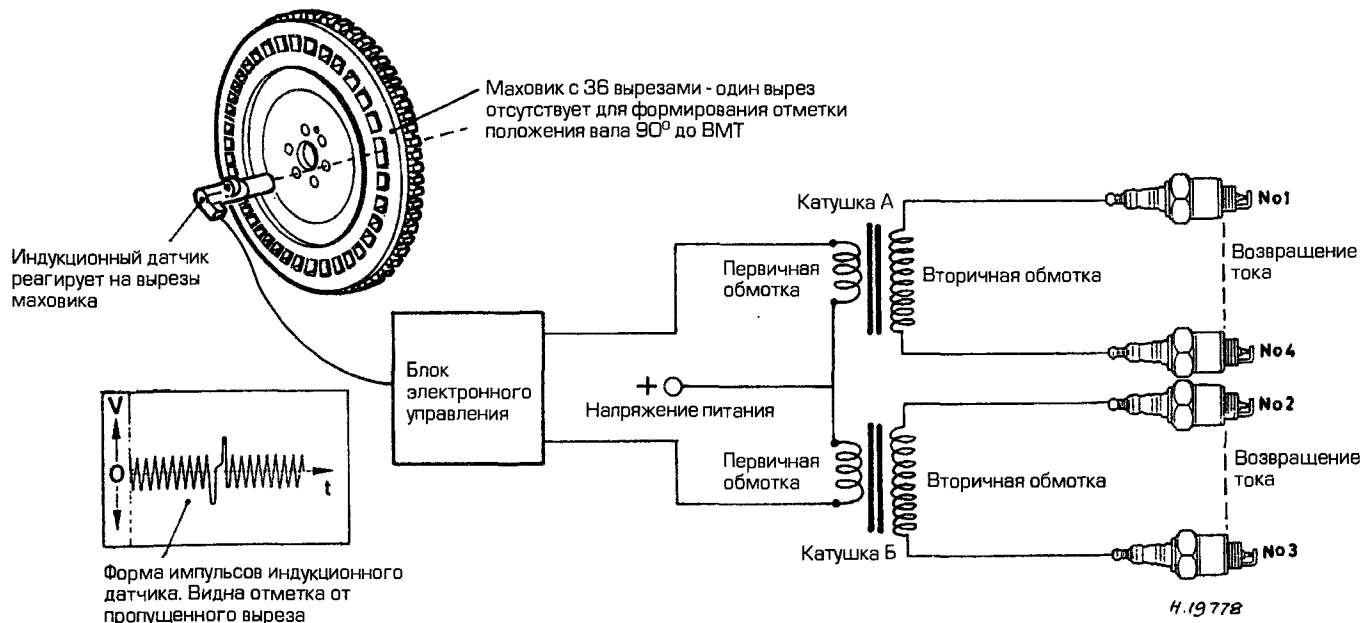


Рис. 6.100. Бесконтактная система зажигания (Ford)

Управляющий микропроцессор рассчитывает оптимальное опережение в зависимости от давления в коллекторе, скорости двигателя, положения коленчатого вала и температуры охлаждающей жидкости.

При выходе из строя микропроцессора система устанавливает постоянный угол опережения 10° до ВМТ, что позволяет двигателю продолжать работу, пока не появится возможность его отремонтировать.

При полной нагрузке двигателя, а также при высокой температуре воздуха во впускном коллекторе система уменьшает угол опережения, чтобы избежать ударного горения смеси. Значение угла опережения в этом случае компьютер берет из карты зажигания с учетом сигналов соответствующих датчиков.

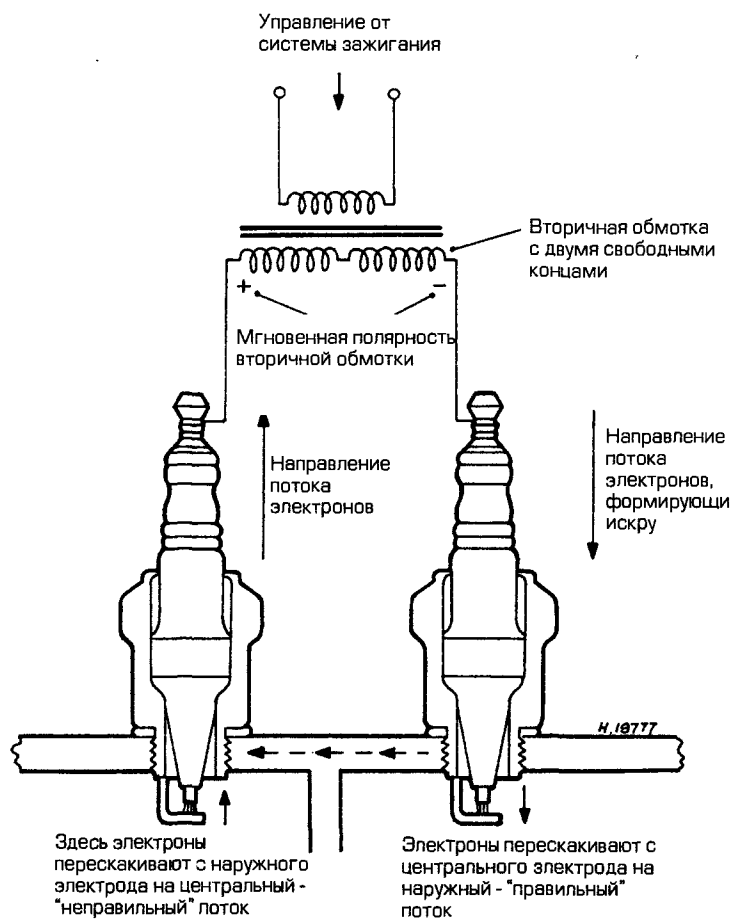


Рис. 6.101. Соединение свечей в бесконтактной системе зажигания

Глава 7 Топливная система

Содержания

Дозировка топлива	1
Система впрыска топлива	2
Датчик измерения расхода воздуха	3
Проволочный датчик определения массового расхода воздуха ..	4
Пленочный датчик массового расхода воздуха	5
Толстопленочный датчик давления	6
Электронная система раздельного впрыска топлива	7

Блок электронного управления	8
Система впрыска с одной форсункой (дроссельный впрыск)	9
Лямбда-управление с обратной связью	10
Принцип действия датчика лямбда	11
Карбюраторы с электронным управлением	12
Карбюратор с электронным управлением Bosch-Pierburg (Ecotronic)	13

1 Дозировка топлива

1 Для работы бензинового двигателя необходима смесь воздуха и бензина в соотношении от 12:1 до 17:1, причем первое соотношение соответствует богатой смеси, а второе - бедной.

До последнего времени эта задача, хотя и с невысокой точностью, решалась при помощи карбюратора. Возросшие в последнее время требования по охране окружающей среды потребовали более точного измерения топлива, особенно в тех случаях, когда используются каталитические конвертеры.

2 Несмотря на то, что для повышения точности дозировки топлива, сейчас используют карбюратор с электронным управлением, альтернативная ему система впрыска топлива обладает принципиально новыми возможностями, хотя и не является новой идеей - подобная конструкция была разработана фирмой Bendix в 1950-х годах.

Преимущества системы впрыска топлива:

- (а) Увеличение мощности на единицу объема двигателя
- (б) Более высокий крутящий момент при низких частотах вращения двигателя
- (в) Облегчение пуска холодного двигателя, быстрый прогрев и высокая приемистость
- (г) Низкое содержание вредных веществ в выхлопных газах
- (д) Снижение расхода топлива

Недостатки карбюратора:

- (а) Объемный КПД карбюраторного двигателя ограничен сопротивлением впускного тракта, а также предъявляются требования по предварительному подогреву рабочей смеси. Объемный КПД определяется следующим отношением:

$$\text{Фактический объем рабочей смеси в цилиндре} / \text{Объем цилиндра}$$

В среднем, этот показатель составляет 70% для карбюраторов серийных двигателей.

- (б) Невозможность равномерного распределения рабочей смеси между цилиндрами.

Это приводит к использованию более богатой рабочей смеси, поскольку в противном случае в некоторых цилиндрах могла бы возникнуть детонация из-за слишком бедной смеси.

- (с) Работа холодного двигателя при низкой температуре воздуха сопровождается конденсацией топлива на стенках впускного коллектора, что ухудшает эксплуатационные качества двигателя.

2 Система впрыска топлива

1 Существует несколько способов впрыска топлива: прямой, при котором топливо впрыскивается непосредственно в каждый цилиндр, а также не прямой, при котором топливо смещивается с воздухом перед впускным клапаном цилиндра (см. рис. 7.1).

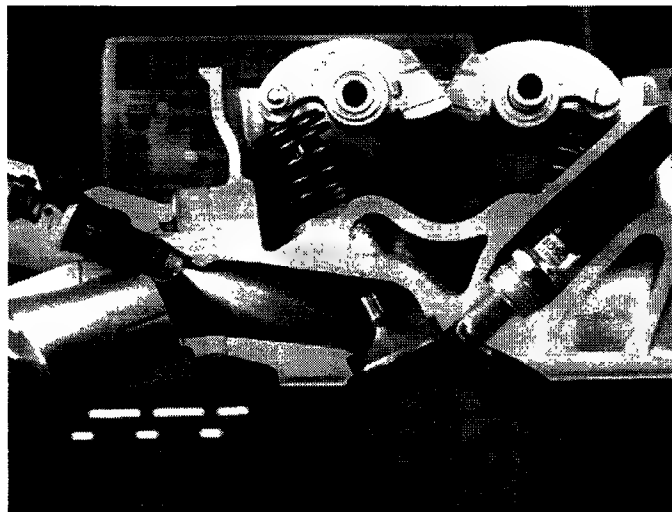


Рис. 7.1. Система с прямым впрыском топлива

Прямой способ впрыска топлива не используется из-за ряда чисто технических трудностей его реализации. Во-первых, топливо необходимо впрыскивать в цилиндр под большим давлением, что требует мощного насоса и вызывает повышенную шумность, во-вторых, моменты впрыска топлива должны быть синхронизированы с вращением коленчатого вала двигателя.

При **непрямом впрыске** топлива топливо распыляется под небольшим давлением во впускной тракт, причем впрыск производится одновременно всеми форсунками, независимо от тактов в цилиндрах.

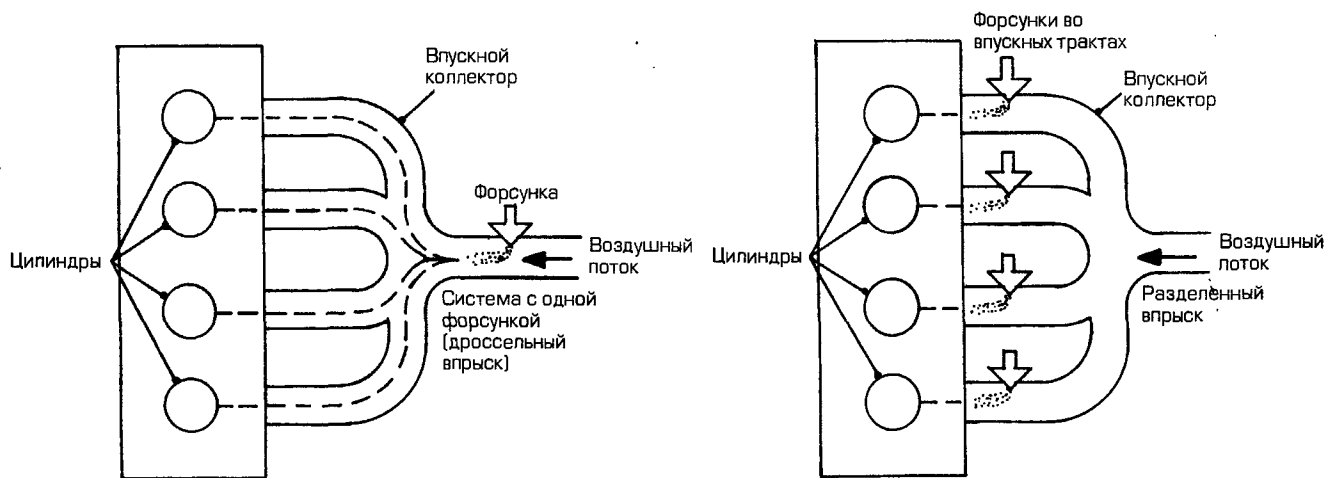


Рис. 7.2. Варианты установки форсунок для впрыска топлива

2 При непрямом впрыске существует два способа подачи топлива:

Непрерывный впрыск. При работе двигателя топливо непрерывно распыляется форсунками, а регулирование состава рабочей смеси осуществляется изменением давления впрыска. Однако отношение потребления топлива на холостом ходу и при работе с полной нагрузкой достигает 1:60, причем регулировка должна осуществляться с высокой точностью. Это приводит к неоправданному усложнению конструкции топливной системы.

Дробный впрыск. Топливо распыляется через равномерные интервалы времени при постоянном давлении (подробнее см. ниже). Эти интервалы времени могут быть как синхронизированы, так и не синхронизированы с открытием впускных клапанов двигателя.

3 Кроме того, в двигателе может быть установлена одна форсунка (одноточечный или дроссельный впрыск) или для каждого цилиндра устанавливается своя форсунка (многоточечный или разделенный впрыск) (см. рис. 7.2).

4 Форсунка для одноточечного впрыска устанавливается над дроссельной заслонкой, поэтому такая система иногда называется системой с дроссельным впрыском топлива. Она является относительно дешевой.

В большинстве систем используется установка форсунок для каждого цилиндра, поскольку несмотря на дополнительную стоимость, эти системы обладают рядом преимуществ.

Независимо от типа системы, их общие принципы работы поясняются рис. 7.3.

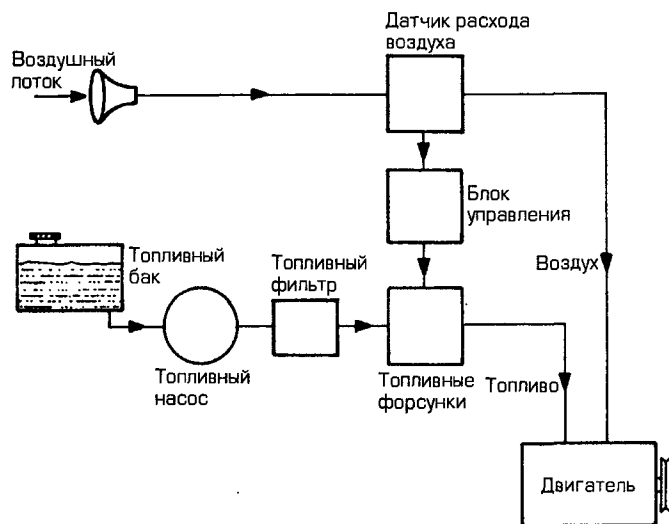


Рис. 7.3. Принцип действия системы впрыска топлива

служит балансиrom, но и играет роль демпфера, препятствуя возникновению колебаний.

Вал датчика расхода воздуха связан рычагом с потенциометром реостата (см. рис. 7.5).

Напряжение на потенциометре изменяется пропорционально углу поворота заслонки и, соответственно, пропорционально расходу воздуха.

Напряжение датчика наряду с сигналами других датчиков подается в электронное устройство, в котором вычисляется необходимое количество впрыскиваемого топлива.

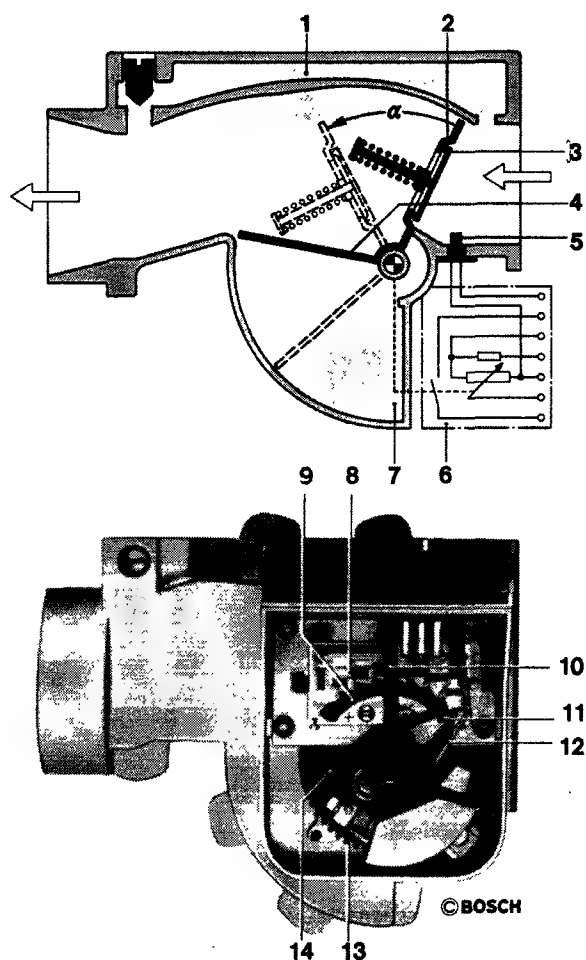
Потенциометр состоит из резисторов $R_0 \dots R_{10}$ и металлокерамического основания, связанного узкими проводниками с металлической шиной и имеет высокое сопротивление и износостойкость. Напряжение сигнала повышается с уменьшением расхода воздуха Q , как показано на рис. 7.5.

2 Датчик расхода воздуха прост и надежен в эксплуатации. Его недостатком является то, что он измеряет объем поступающего воздуха. Поскольку для определения потребного количества топлива требуется определение массы воздуха, необходима корректировка показаний датчика в соответствии с плотностью воздуха.

3 Датчик измерения расхода воздуха

1 Для того, чтобы система электронного управления могла определить точное количество впрыскиваемого топлива, необходимо определить объем воздуха, поступающего в цилиндры двигателя.

На рис. 7.4 показан разработанный несколько лет назад датчик измерения расхода воздуха, имеющий форму заслонки. Он устанавливается в воздухозаборнике. Заслонка (2) отклоняется под воздействием потока воздуха и растягивает возвратную пружину. Датчик расхода снабжен дополнительной заслонкой, расположенной в камере демпфирования, которая не только

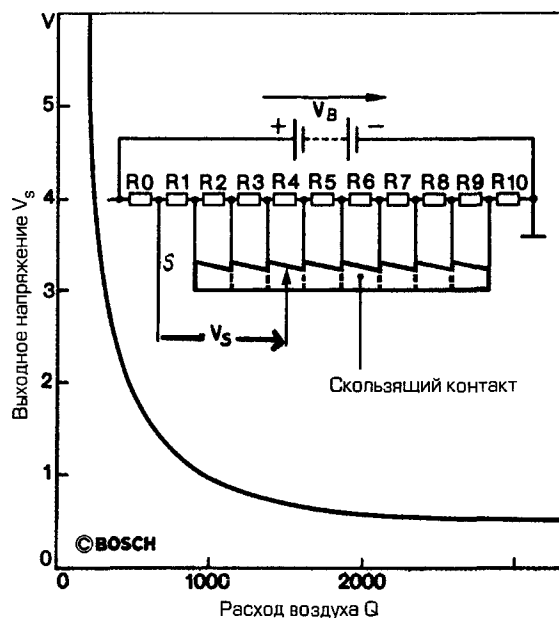


- 1 Шунтирующий (обходной) канал
- 2 Заслонка датчика расхода воздуха
- 3 Запорный клапан
- 4 Демпфирующая заслонка
- 5 Датчик температуры
- 6 Цепь потенциометра
- 7 Камера демпфирования
- 8 Керамическое основание с резисторами $R0...R10$ и проводниками
- 9 Металлическая шина
- 10 Щеткодержатель
- 11 Щетка
- 12 Защитный выключатель топливного насоса. Позиция «выключено» при $\alpha = 0^\circ$
- 13 Зубчатый венец пружины предварительного поджатия
- 14 Возвратная пружина

Рис. 7.4. Датчик расхода воздуха (датчик типа заслонки)

Датчик температуры воздуха установлен в воздухозаборнике рядом с датчиком расхода воздуха. Сигнал этого датчика поступает в блок электронного управления для определения необходимой коррекции датчика расхода.

3 Датчик расхода частично шунтируется обходным каналом (см. рис. 7.4), а регулировочный винт служит для регулирования объема воздуха, поступающего через обходной канал.



Напряжение в цепи потенциометра датчика расхода. Характеристика представляет собой гиперболу типа $V_s = 1/Q$

S Скользящие контакты
 V_b Напряжение питания
 V_s Выходное напряжение

Рис. 7.5. Выходная характеристика датчика расхода воздуха

4 Проволочный датчик определения массового расхода воздуха

1 Недостатком датчика расхода воздуха типа заслонки является то, что он измеряет объем воздуха, в то время как необходимо определение массы поступающего воздуха.

Погрешность этого датчика также зависит от высоты над уровнем моря, поскольку плотность воздуха при этом не остается постоянной. Кроме того, датчик подвержен небольшим пульсациям, связанным с открытием и закрытием впускных клапанов. (Вспомните: Масса = Объем $\times$ Плотность)

2 Для устранения этих недостатков был разработан датчик измерения массового расхода воздуха независимо от плотности. Кроме того, в этом датчике отсутствует погрешность, вызванная пульсацией воздушного потока (см. рис. 7.6 и 7.7).

Датчик этого типа состоит из нагретого провода диаметром 70 мкм, установленного в измерительной трубке, расположенной перед дроссельной заслонкой.

3 Работа датчика массового расхода воздуха основана на принципе постоянства температуры. Нагретый платиновый провод, расположенный в воздушном потоке, является одним из плеч резисторного моста. При этом за счет изменения силы тока, протекающей через резисторный мост, поддерживается постоянная температура (около 100°C) платинового провода, обдуваемого воздушным потоком (см. рис. 7.8.a).

При увеличении расхода воздуха платиновый провод остывает и его сопротивление падает. Резисторный мост становится несимметричным и возникает напряжение, подаваемое на

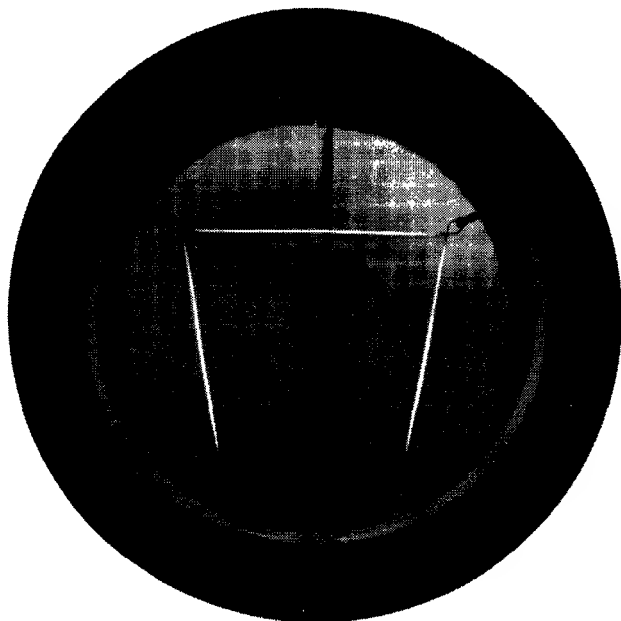
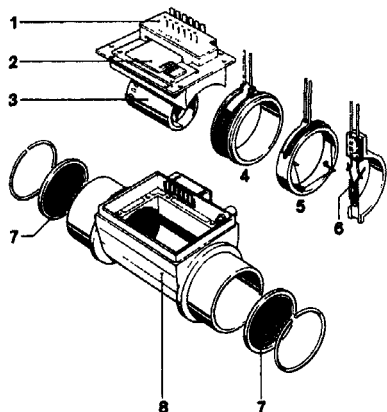


Рис. 7.6. Проволочный датчик массового расхода воздуха



- 1 Печатная плата
- 2 Электрическая схема. В дополнение к резисторному мосту содержит контрольную схему поддержания постоянной температуры и схему самонастройки.
- 3 Внутренняя трубка
- 4 Калиброванный резистор
- 5 Нагретый проволочный элемент
- 6 Резистор температурной компенсации
- 7 Защитная сетка
- В Корпус

Рис. 7.7. Составные части датчика массового расхода воздуха

усилитель и направленные на повышение температуры провода. Этот процесс продолжается до тех пор, пока температура и сопротивление провода не приведут к равновесию системы. Диапазон силы тока, протекающего через провод составляет 500 мкА...1200 мкА.

Этот ток также протекает через калиброванный резистор R_3 , на котором возникает напряжение, поступающее в блок электронного управления для вычисления количества впрыскиваемого топлива.

4 Изменение температуры воздуха компенсируется резистором R_c . Этот резистор представляет собой платиновое кольцо, имеющее сопротивление примерно 500 Ом и расположенное в воздушном потоке. Изменение температуры воздуха одновременно изменяет сопротивление провода датчика и резистора R_c , поэтому равновесие резисторного моста не нарушается.

5 При эксплуатации платиновый провод неизбежно загрязняется. Для предотвращения загрязнения после выключения двигателя провод в течение 1 с не нагревается до температуры 1000°C. При этом вся налипшая на него грязь сгорает. Этот процесс контролируется электронным блоком управления.

6 Датчик массового расхода воздуха используется в системах Bosch LH Jetronic и Lucos.

5 Пленочный датчик массового расхода воздуха

1 Одной из последних разработок фирмы Bosch является пленочный датчик массового расхода воздуха. Этот датчик состоит из керамического основания, на котором расположена пленка, в которую вмонтированы измерительный и компенсационный резисторы.

Такая конструкция датчика делает его более надежным и дешевым.

6 Толстопленочный датчик давления

1 Еще одним из направлений модернизации датчиков расхода воздуха является разработка датчика измерения давления. Этот датчик состоит из толстопленочной диафрагмы, расположенной на керамической основе.

Датчик измеряет (см. рис. 7.8,а) разрежение во впускном коллекторе на основе измерения деформации пленочной диафрагмы. Измерительные элементы расположены внутри пленки.

На рис. 7.8,б и 7.8,в, в показано расположение электронных компонентов датчика. Пленочная диафрагма устанавливается во впускном коллекторе и представляет собой датчик измерения разрежения с малой инерционностью.

2 Другие датчики измерения расхода воздуха не получили такого широкого распространения, как датчик типа заслонки и датчик с нагретой проволокой.

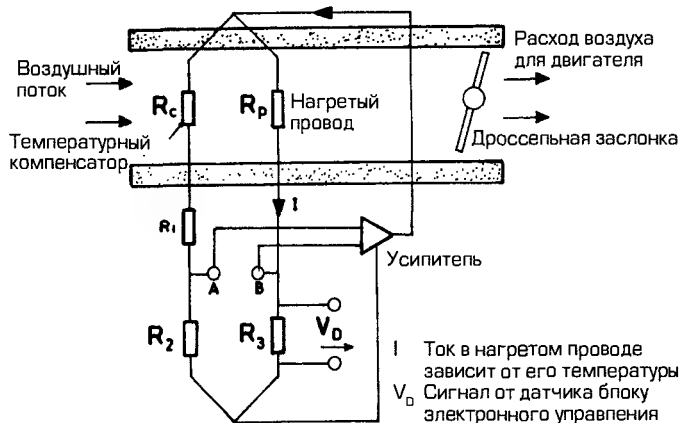


Рис. 7.8,в. Электрическая схема датчика для измерения массового расхода топлива

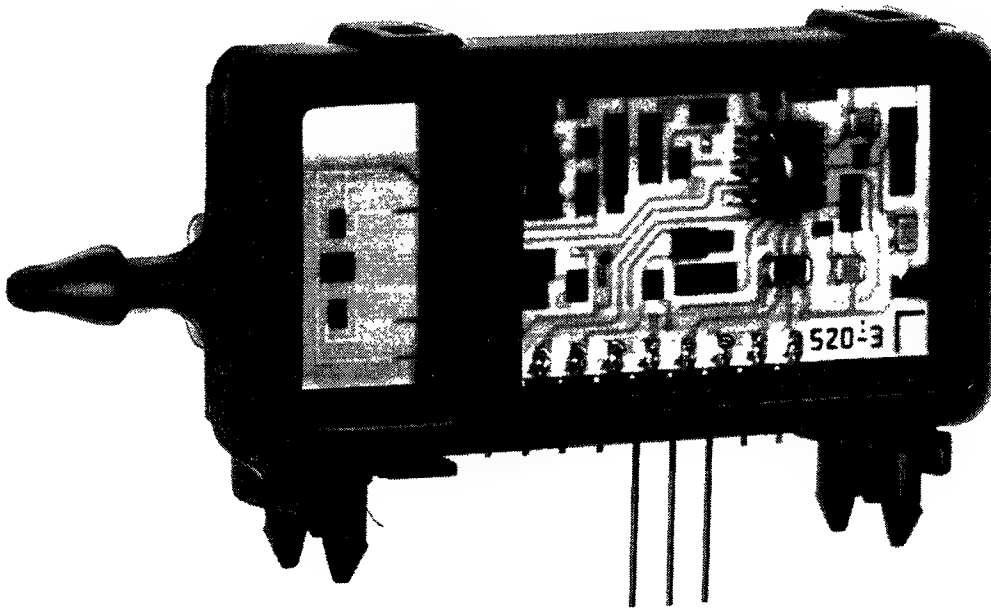


Рис. 7.8, б. Датчик давления для измерения массового расхода воздуха (толстопопачный датчик давления воздуха)

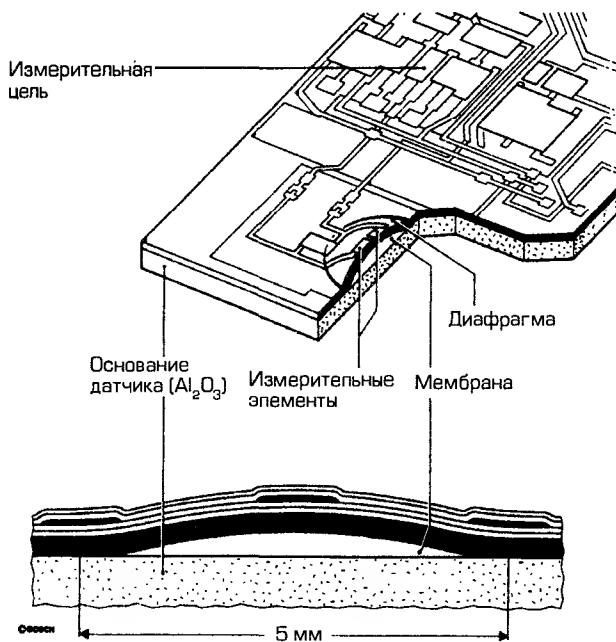


Рис. 7.8, в. Датчик давления для измерения массового расхода воздуха

Альтернативные типы датчиков - датчик давления, состоящий из вакуумной капсулы для измерения разрежения в коллекторе; вихревой датчик, в котором воздух проходит через изогнутый канал. При этом позади датчика обрезаются воздушные вихри.

Частота этих вихрей почти прямо пропорциональна скорости воздуха, что позволяет косвенно измерить массовый расход воздуха.

Частота вихрей измеряется при помощи ультразвукового генератора, сигналы которого модулируются вихрями. В приемном блоке вычислительного устройства этот сигнал обрабатывается и из полученного сигнала выделяется частота вихрей.

7 Электронная система разделенного впрыска топлива

1 Принцип действия системы разделенного впрыска топлива рассмотрен на примере системы впрыска топлива Bosch L Jetronic.

На рис. 7.9 приведена блок-схема системы, включающая датчик определения расхода воздуха, а также моменты зажигания, получаемые от распределителя зажигания.

2 Система LH Jetronic отличается от системы L Jetronic только установкой датчика массового расхода воздуха с нагретым проводом.

3 Работа системы L Jetronic (блок-схему см. на рис. 7.3) заключается в обеспечении оптимального соотношения воздуха и топлива в рабочей смеси для всех режимов работы двигателя, а также в определении времени и длительности впрысков топлива для каждой из форсунок.

Для обеспечения разделенного впрыска топлива требуется установка форсунок позади впускных клапанов для каждого цилиндра. При открывании клапана облако топлива втягивается вместе с воздухом в цилиндр двигателя, где и образуется рабочая смесь (см. рис. 7.10).

Принцип действия

4 При помощи роликового насоса (см. рис. 7.11 и 7.12) топливо проходит через фильтр и закачивается в распределительный коллектор под давлением 2,5 атм. Регулятор давления, расположенный на конце распределительного коллектора, поддерживает давление топлива постоянным для каждого режима работы двигателя.

Нижняя камера регулятора давления (см. рис. 7.13) связана с впускным коллектором за дроссельной заслонкой. Это позволяет поддерживать давление в распределительном коллекторе на 0,5 атм выше, чем во впускном коллекторе.

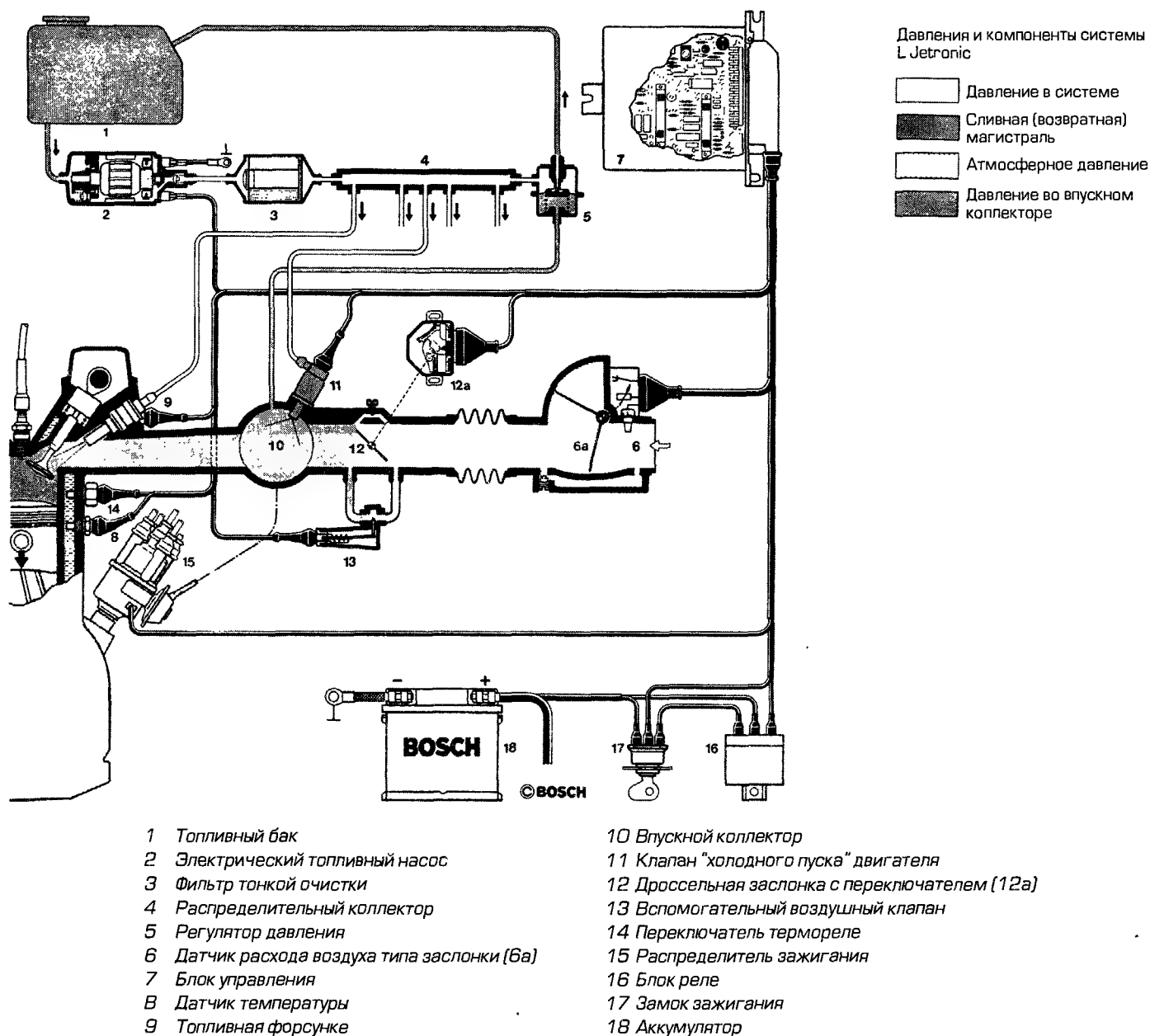


Рис. 7.9. Система впрыска топлива Bosch L Jetronic

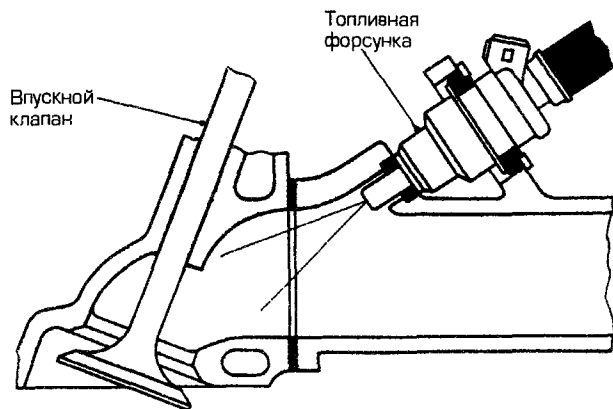


Рис. 7.10. Разделанный непрямо́й впрыск топлива

Избыток топлива, закачиваемого в распределительный коллектор, повышает давление, что приводит к открытию регулятора давления и сливу избытка топлива в бак.

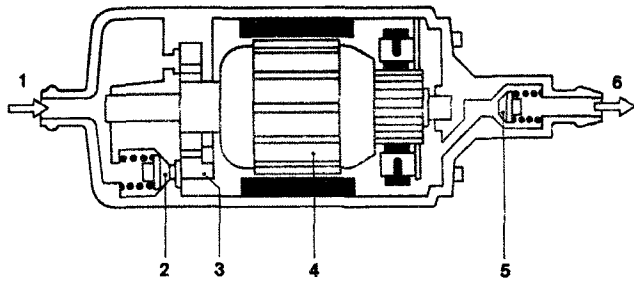
Эта непрерывная циркуляция топлива предотвращает перегрев топлива и обрезывание пробок из его паров.

Фильтрация топлива необходимо особенно в случае применения грязного бензина.

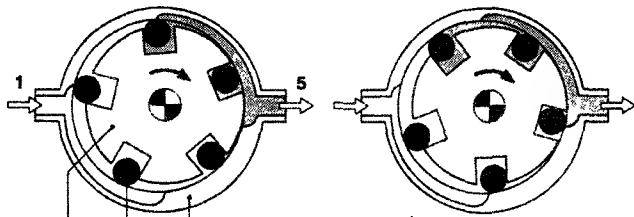
Топливный фильтр состоит из бумажного фильтра с диаметром пор порядка 10 микрон (см. рис. 7.14).

Срок эксплуатации топливного фильтра составляет от 25000 до 60000 миль пробега в зависимости от размера фильтра.

Распределительный коллектор (иногда называемый топливной магистралью) служит для подачи топлива к форсункам (см. рис. 7.15).



- | | |
|-------------------------|----------------------------------|
| 1 Вход в насос | 5 Клапан одностороннего действия |
| 2 Ограничитель давления | |
| 3 Роликовый насос | 6 Линия нагнетания |
| 4 Обмотка якоря | |



- | | |
|------------------|-------------------------|
| 1 Вход | 3 Ролик |
| 2 Дисковый ротор | 4 Полость под давлением |
- Топливо из бака
 Топливо под давлением

Рис. 7.11. Роликовый топливный насос

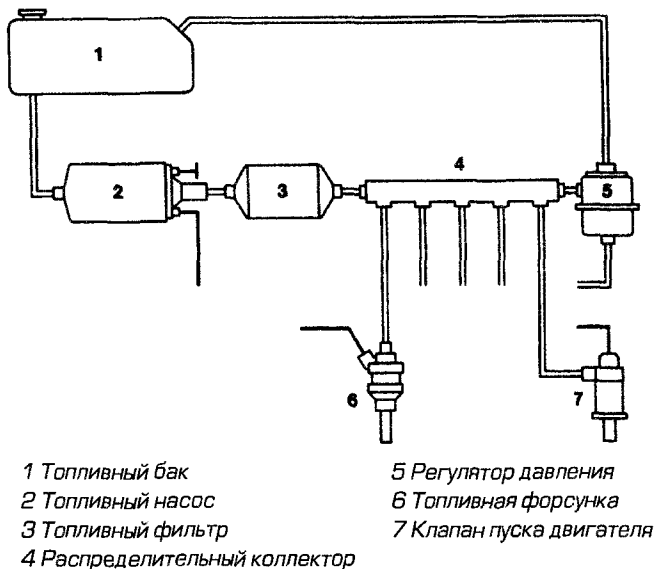


Рис. 7.12. Схема расположения компонентов системы впрыска топлива (Bosch L Jetronic)

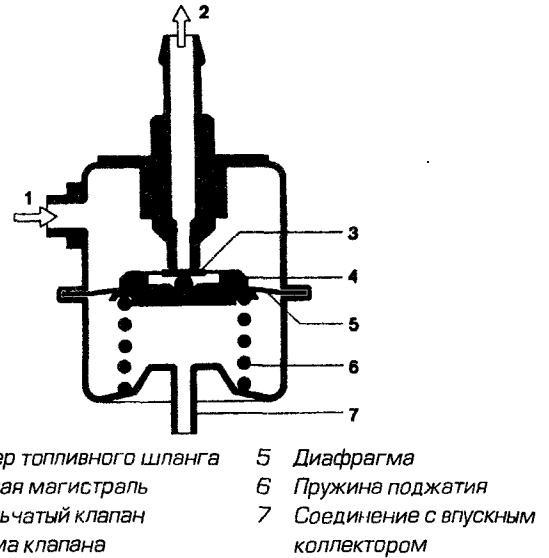
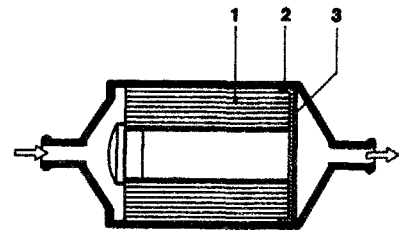
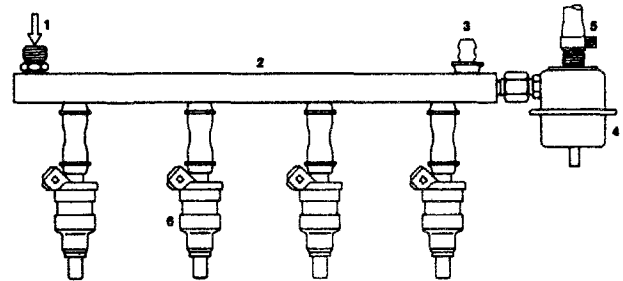


Рис. 7.13. Регулятор давления



- | |
|--------------------------------|
| 1 Бумажный фильтрующий элемент |
| 2 Опорная пластина |
| 3 Сетчатый фильтрующий элемент |

Рис. 7.14. Топливный фильтр



- | | |
|----------------------------------|----------------------|
| 1 Вход топлива | 4 Регулятор давления |
| 2 Распределительный коллектор | 5 Сливная магистраль |
| 3 Штуцер клапана пуска двигателя | 6 Топливные форсунки |

Рис. 7.15. Распределительный коллектор

5 **Топливные форсунки** (см. рис. 7.16) устанавливаются для каждого цилиндра и приводятся в действие электромагнитами. Электромагниты открывают и закрывают клапаны форсунок по командам блока управления. При отсутствии напряжения на обмотке электромагнита игольчатый клапан удерживается пружиной в закрытом положении. Когда на обмотку электромагнита подается напряжение, клапан поднимается приблизительно на 0,1 мм и топливо впрыскивается через образовавшийся зазор. Игла клапана имеет специальную форму для лучшего распыления топлива. Время открытия и закрытия клапана составляет 1,0... 1,5 миллисекунды, а время, в течение которого клапан остается открытым, колеблется от 1,5 до 10 миллисекунд в зависимости от команд, формируемых блоком управления.

Топливные форсунки крепятся на резиновых втулках для обеспечения теплоизоляции. Это предотвращает появление пробок из перов топлива и способствует облегчению пуска горячего двигателя.

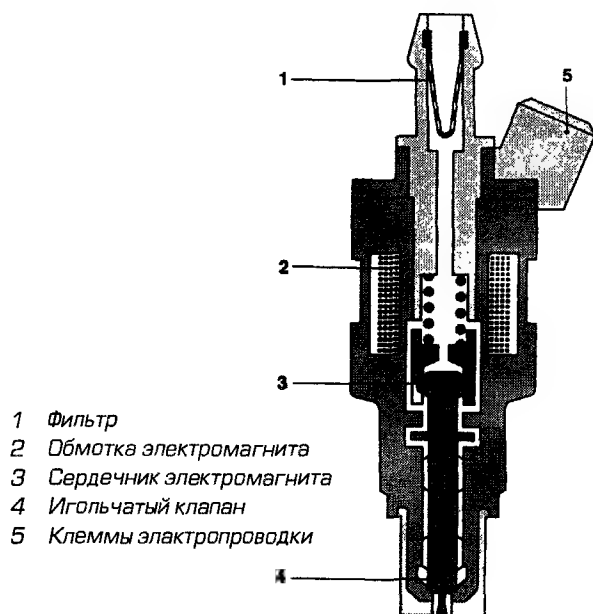


Рис. 7.16. Топливная форсунка

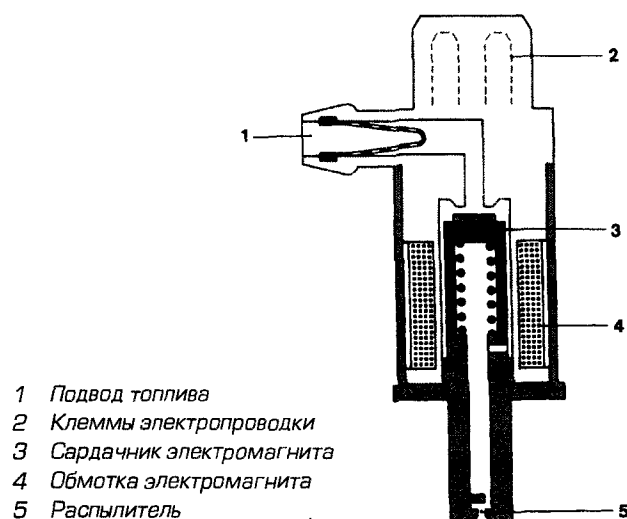


Рис. 7.18. Клапан пуска двигателя

6 **Пуск холодного двигателя.** Аналогично тому, что в карбюраторе устанавливается дополнительная заслонка для обогащения топливной смеси, система впрыска топлива также имеет возможность впрыска дополнительного топлива для облегчения пуска холодного двигателя.

Обогащение рабочей смеси осуществляется при помощи специального термореле (см. рис. 7.9 и 7.17). Термореле имеет биметаллический выключатель, который срабатывает в зависимости от температуры охлаждающей жидкости. Выключатель снабжен собственным обогревателем для ограничения времени обогащения рабочей смеси и предотвращения перелива топлива (настройка термореле выполнена таким образом, чтобы обогащение смеси осуществлялось не более 8 с при температуре -20°C).

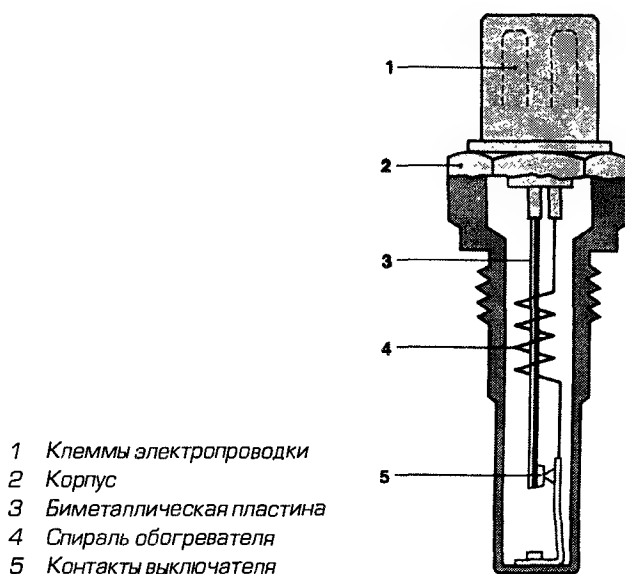
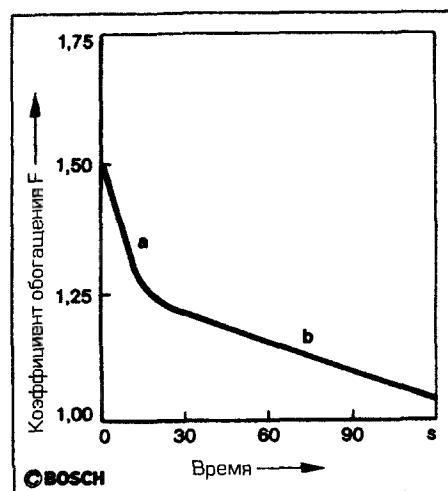


Рис. 7.17. Термореле



Коэффициент обогащения представляет собой функцию времени: "а" в основном, зависит от времени, "б" в основном, зависит от температуры двигателя

Рис. 7.19. Кривая обогащения рабочей смеси при прогреве двигателя

При включении термореле открывается клапан (II), расположенный во впускном коллекторе и через него впрыскивается дополнительное топливо (см. рис. 7.9 и 7.18).

Более поздние версии системы впрыска используют не отдельный клапан, а удлиняют время открытого состояния основных клапанов для впрыска топлива.

7 Програв двигателя. После пуска двигателя ему необходимо обогащение рабочей смеси, поскольку стенки цилиндров еще не нагрелись.

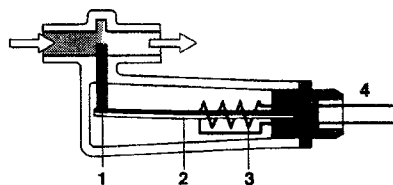
После пуска обогащение рабочей смеси изменяется. В первые 30 с после пуска рабочая смесь содержит топлива на 30%...60% больше (см. рис. 7.19). Изменение состава рабочей смеси производится в блоке управления в зависимости от температуры охлаждающей жидкости, измеряемой датчиком, расположенном в блоке цилиндров. Этот датчик представляет собой реостат с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления.

8 Управление оборотами холостого хода. Для преодоления повышенного сопротивления при работе холодного двигателя предусмотрено вспомогательное устройство, увеличивающее подачу воздуха и топлива в двигатель.

Это устройство представляет собой биметаллическую пластину, которая открывает или закрывает отверстие для подачи дополнительного воздуха (см. рис. 7.20).

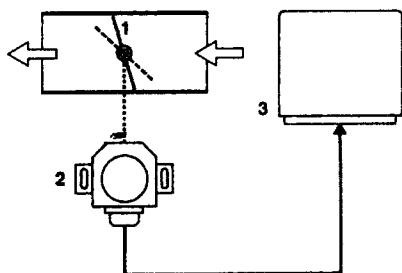
Адаптация системы к изменению загрузки двигателя

9 Если при работе двигателя на холостом ходу рабочая смесь станет слишком бедной, это может привести к неустойчивой работе двигателя. Для регулировки рабочей смеси в этом режиме работы двигателя используется система дополнительной подачи



- 1 Заслонка
- 2 Биметаллическая пластина
- 3 Электрический нагревательный элемент
- 4 Клеммы электропроводки

Рис. 7.20. Устройство для увеличения подачи воздуха



- 1 Дроссельная заслонка
- 2 Контактный датчик полностью открытой дроссельной заслонки
- 3 Блок управления

Рис. 7.22. Система коррекции подачи топлива в зависимости от нагрузки

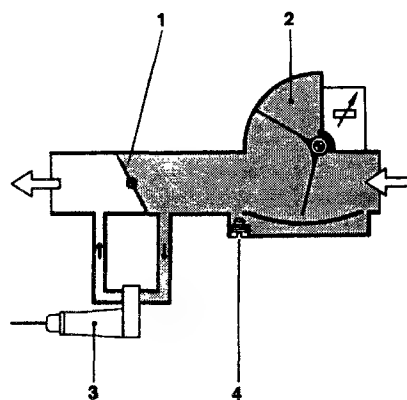
воздуха в обход дроссельной заслонки (см. рис. 7.21). Для регулировки состава рабочей смеси блок электронного управления использует данные датчика массового расхода воздуха, на основе которых меняет соотношение воздух:топливо рабочей смеси.

Частичная загрузка двигателя. В процессе эксплуатации двигатель, в основном, работает с частичной загрузкой.

Подача топлива запрограммирована в блоке электронного управления таким образом, чтобы в двигатель подавалось минимальное количество топлива на всех режимах частичной загрузки.

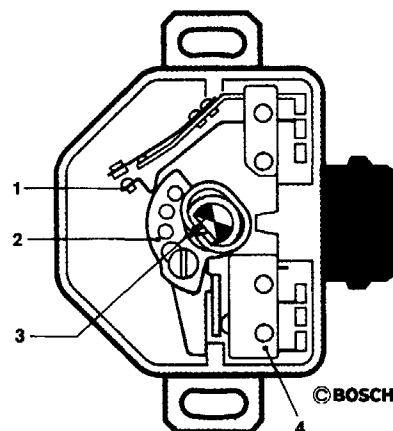
Полная загрузка двигателя. Для достижения максимальной мощности двигателя необходимо дополнительное обогащение рабочей смеси по сравнению с режимом частичной загрузки.

Дополнительное обогащение рабочей смеси осуществляется блоком управления по сигналу контактного датчика полностью открытой дроссельной заслонки (см. рис. 7.22 и 7.23).



- 1 Дроссельная заслонка
- 2 Датчик расхода воздуха
- 3 Устройство дополнительной подачи воздуха
- 4 Винт регулировки оборотов холостого хода

Рис. 7.21. Система управления оборотами холостого хода



- 1 Контакты открытой дроссельной заслонки
- 2 Купачок
- 3 Вал дроссельной заслонки
- 4 Контакты закрытой дроссельной заслонки

Рис. 7.23. Контактный датчик полностью открытой дроссельной заслонки

Ускорение. При ускорении двигателю требуется увеличение подачи топлива. При нажатии на педаль акселератора дроссельная заслонка открывается. Это приводит к быстрому открыванию заслонки датчика расхода воздуха так что не короткое время заслонка по инерции откроется больше, чем надо. При этом пропорционально открытию заслонки увеличится подача топлива и произойдет временное обогащение рабочей смеси, позволяющее осуществлять быстрый разгон автомобиля.

Если ускорение продолжается, такой меры может быть недостаточно.

В этом случае блок управления определяет скорость поворота дроссельной заслонки и на основании этой информации вычисляет необходимую степень обогащения рабочей смеси.

При замедлении происходит обратный процесс, подача топлива уменьшается или прекращается совсем.

Коррекция по температуре воздуха

10 Как было описано в разделе 3 (параграф 2) этой главы, результаты измерения расхода воздуха датчиком типа заслонки нуждаются в коррекции в зависимости от температуры воздуха. Поэтому рядом с датчиком такого типа устанавливается датчик температуры воздуха, а в блоке управления происходит корректировка вычисления расхода воздуха в соответствии с данными этого датчика.

Другие корректировки

Ограничения максимальных оборотов двигателя производится блоком электронного управления. Однако простое отключение зажигания приводит к появлению в выхлопных газах несгоревшего топлива. Если на автомобиле установлен каталитический преобразователь выхлопных газов, это может привести его в негодное состояние. Поэтому блок управления одновременно с отключением зажигания уменьшает или прекращает подачу топлива к форсункам.

Заброс оборотов двигателя может произойти, например, при движении автомобиля под уклон с полностью отпущенной педалью акселератора. При этом происходит лишняя потеря топлива и увеличение несгоревших остатков топлива в выхлопных газах.

Блок электронного управления отключает подачу топлива при следующих условиях, зависящих от температуры:

- (а) Дроссельная заслонка закрыта
- (б) Частота вращения двигателя превышает 1200 об/мин

n = частота вращения коленчатого вала, об/мин

Q = Расход воздуха в двигателе

- (в) Температура охлаждающей жидкости выше 25°C (более холодный двигатель останавливается только при превышении максимальных оборотов).

Когда двигатель работает на повышенных оборотах при закрытой дроссельной заслонке, во впускном коллекторе создается большое разрежение. Это приводит к неполному сгоранию топлива и увеличению окисей углерода в выхлопных газах.

Для предотвращения этого блок электронного управления прекращает подачу топлива; когда обороты двигателя становятся меньше установленных винтом регулировки, подача топлива возобновляется.

8 Блок электронного управления

1 Блок электронного управления - центральный блок системы. Он предназначен для обработки данных, полученных от датчиков и формирования управляющих импульсов, открывающих топливные клапаны.

Количество топлива, поступающего в двигатель определяется длительностью открытого состояния топливных форсунок.

2 Блок электронного управления состоит из пяти электронных схем, расположенных на печатных платах. Элементы конечной ступени усилителя расположены на стальной рамке для обеспечения отвода выделяющегося тепла.

На рис. 7.24 приведена блок-схема устройства.

3 Пояснения к схемам блока:

- (а) За один оборот коленчатого вала топливная форсунка каждого цилиндра впрыскивает топливо только один раз, независимо от положения впускных клапанов. Если при впрыскивании топлива впускной клапан еще закрыт, топливо находится перед впускным клапаном.
- (б) Топливные форсунки всех цилиндров открываются и закрываются одновременно.
- (в) Продолжительность впрыскивания топлива определяется на основе показаний датчика расхода воздуха и частоты вращения коленчатого вала. Эти данные корректируются блоком электронного управления в зависимости от условий работы двигателя.

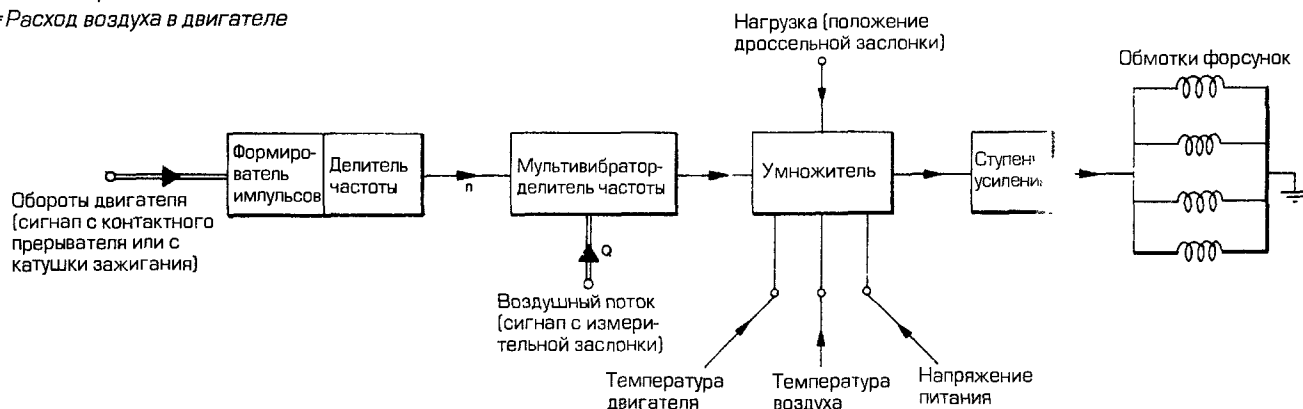


Рис. 7.24. Функциональная схема блока электронного управления (система L-Jetronic).

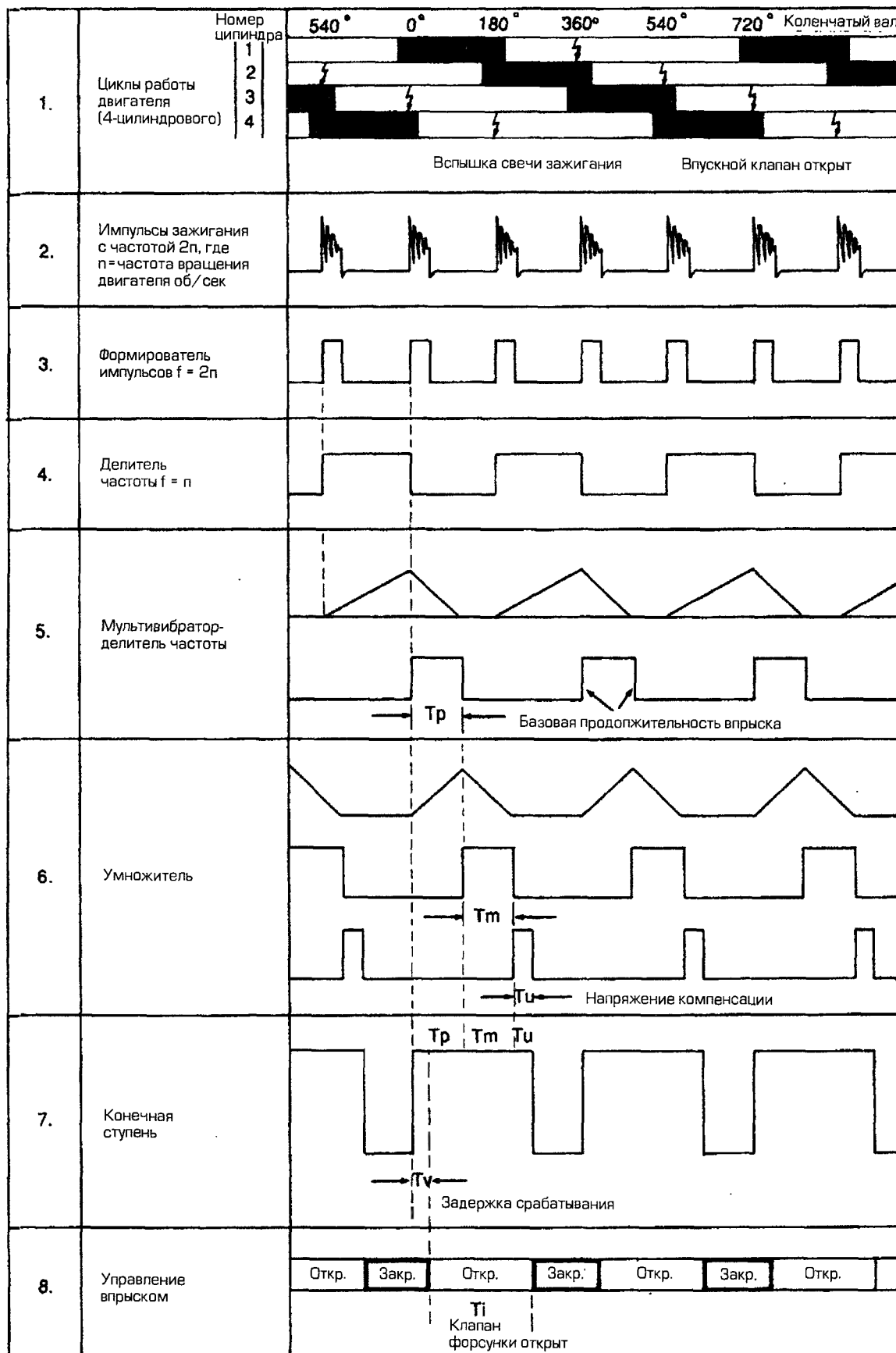


Рис. 7.25. Импульсы системы управления для четырехцилиндрового двигателя

Принцип действия

На рис. 7.25 приведены последовательности импульсов для различных систем двигателя.

Кривая 2 - Импульсы зажигания

Обороты двигателя определяются по положению прерывателя распределителя или по напряжению на отрицательной клемме катушки зажигания для бесконтактной системы зажигания.

Импульсы зажигания имеют форму постепенно затухающего острого пика.

Число импульсов вдвое превышает частоту вращения коленчатого вала. Вспомните, что распределитель зажигания вращается вдвое медленнее коленчатого вала, но имеет четыре контакта (для четырехцилиндрового двигателя).

Кривая 3 - Формирователь импульсов

Для того, чтобы сформировать импульс системы зажигания, на обмотку низкого напряжения катушки зажигания подаются задающие импульсы. Аналогичным образом работают электронные системы зажигания. Эти же импульсы синхронизируют и процесс впрыска топлива.

Кривая 4 - Делитель частоты

Частота импульсов системы впрыска топлива должна быть вдвое ниже частоты вращения коленчатого вала. Это осуществляется при помощи мультивибратора, который служит как делитель частоты таким образом, что из двух импульсов на входе получается один на выходе.

Кривая 5 - Управление мультивибратором-делителем частоты

Эта цепь в качестве исходных данных использует частоту вращения коленчатого вала, а точнее - импульсы на выходе делителя частоты, а также показания датчика расхода воздуха.

Напряжение от датчика расхода воздуха преобразуется в импульс прямоугольной формы, длина которого пропорциональна отношению объема воздуха Q в воздухозаборнике к частоте вращения коленчатого вала n . Это отношение представляет собой объем воздуха, поступающий в цилиндр за один цикл.

Значение отношения Q/n определяется на основе последовательной зарядки и разрядки конденсатора.

Зарядка конденсатора осуществляется постоянным током в течение времени, которое обратно пропорционально частоте вращения двигателя. Разрядка конденсатора производится током, величина которого обратно пропорциональна объему воздуха.

Результатом этих вычислений является импульс, который определяет продолжительность впрыска топлива без дополнительных корректировок.

Этот период времени t_p является базовым временем впрыска.

Базовое время впрыска топлива подвергается корректировке в соответствии с частотой вращения двигателя и его нагрузкой.

Кривая 6 - Умножитель

Базовая продолжительность впрыска топлива требует корректировки в соответствии с режимом работы двигателя: пуск холодного двигателя, прогрев, ускорение и т.д.

Эти изменения производятся в умножителе, который использует информацию, полученную от датчиков температуры, датчика положения дроссельной заслонки и положения ключа зажигания.

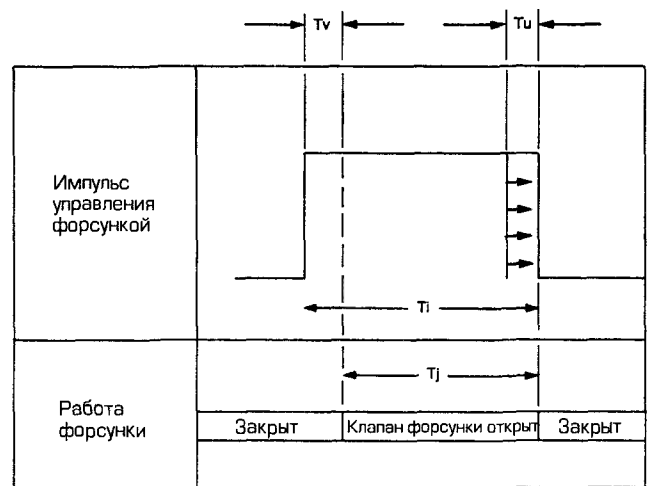
В умножителе используется принцип вычисления продолжительности впрыска на основе заряда и разряда конденсатора, ток заряда и разряда которого зависит от показаний датчиков.

Например, низкая температура охлаждающей жидкости влияет на время разрядки и, соответственно, на продолжительность впрыска топлива. Это дополнительное время складывается с базовой продолжительностью впрыска. Блок умножителя также измеряет и корректирует напряжение питания системы управления.

Обмотки возбуждения форсунок обладают индуктивностью, которая вызывает задержку в открытии и закрытии клапанов. Время срабатывания (особенно при открытии клапана) увеличивается с понижением напряжения. Это приводит к уменьшению периода открытого состояния клапана и, вследствие этого, к уменьшению количества впрыскиваемого топлива.

Напряжение аккумулятора подается на вход умножителя, который увеличивает продолжительность импульса для системы впрыска топлива при понижении этого напряжения.

Таким образом, хотя клапаны форсунок открываются позже, чем поступает управляющий импульс, период их открытого состояния корректируется (см. рис. 7.25) дополнительным временем T_u , которое компенсирует падение напряжения аккумулятора. Более подробно эта компенсация иллюстрируется рис. 7.26.



T_v - задержка срабатывания системы впрыска топлива

T_u - компенсация задержки ($T_u = T_v$)

T_i - продолжительность открытого положения клапанов впрыска топлива

T_j - продолжительность впрыска топлива

Рис. 7.26. Корректировка времени впрыска в зависимости от напряжения аккумулятора

Конечная ступень (с балластным резистором)

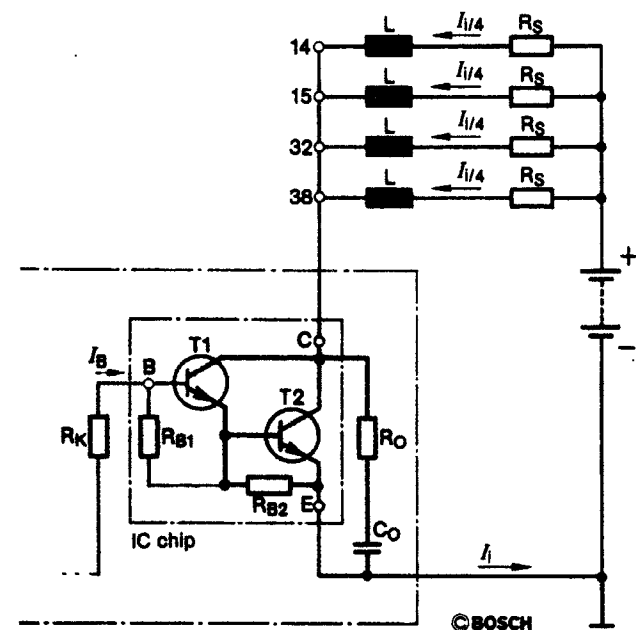
Для открытия клапанов форсунок требуется значительно больше энергии, чем может выдать блок умножителя.

Поэтому в умножителе установлен усилитель мощности, который открывает все четыре клапана одновременно. При этом, обмотки клапанов связаны в параллельную цепь. Через обмотки возбуждения клапанов проходит ток примерно 6А.

Для усиления тока используется каскадный усилитель Дарлингтона, на вход которого подаются импульсы с резистора R_k (см. рис. 7.27).

Входной ток I_b подается на два транзистора $T1$ и $T2$. Транзистор $T2$ является силовым.

Последовательно с обмоткой каждой форсунки включен балластный резистор R_s для ограничения тока, проходящего через



L Обмотки форсунок
I Сила тока для четырех обмоток (переменная во времени)
Rs Балластный резистор
T1, T2 Транзисторы каскадного усилителя

Рис. 7.27. Конечная ступень для четырехцилиндрового двигателя с балластным резистором ограничения тока

обмотку на уровне 1,7А при напряжении питания, равном 14В. Этот ток получается за счет применения балластных резисторов с сопротивлением 60м с учетом того, что обмотки форсунок имеют сопротивление примерно 2,40м. Таким образом:

$$I_{\max} = 14 / (2,4 + 6) = 1,7\text{А (на каждую форсунку)}$$

Контур C_o и R_o защищает транзисторы усилителя от слишком резких перепадов напряжения.

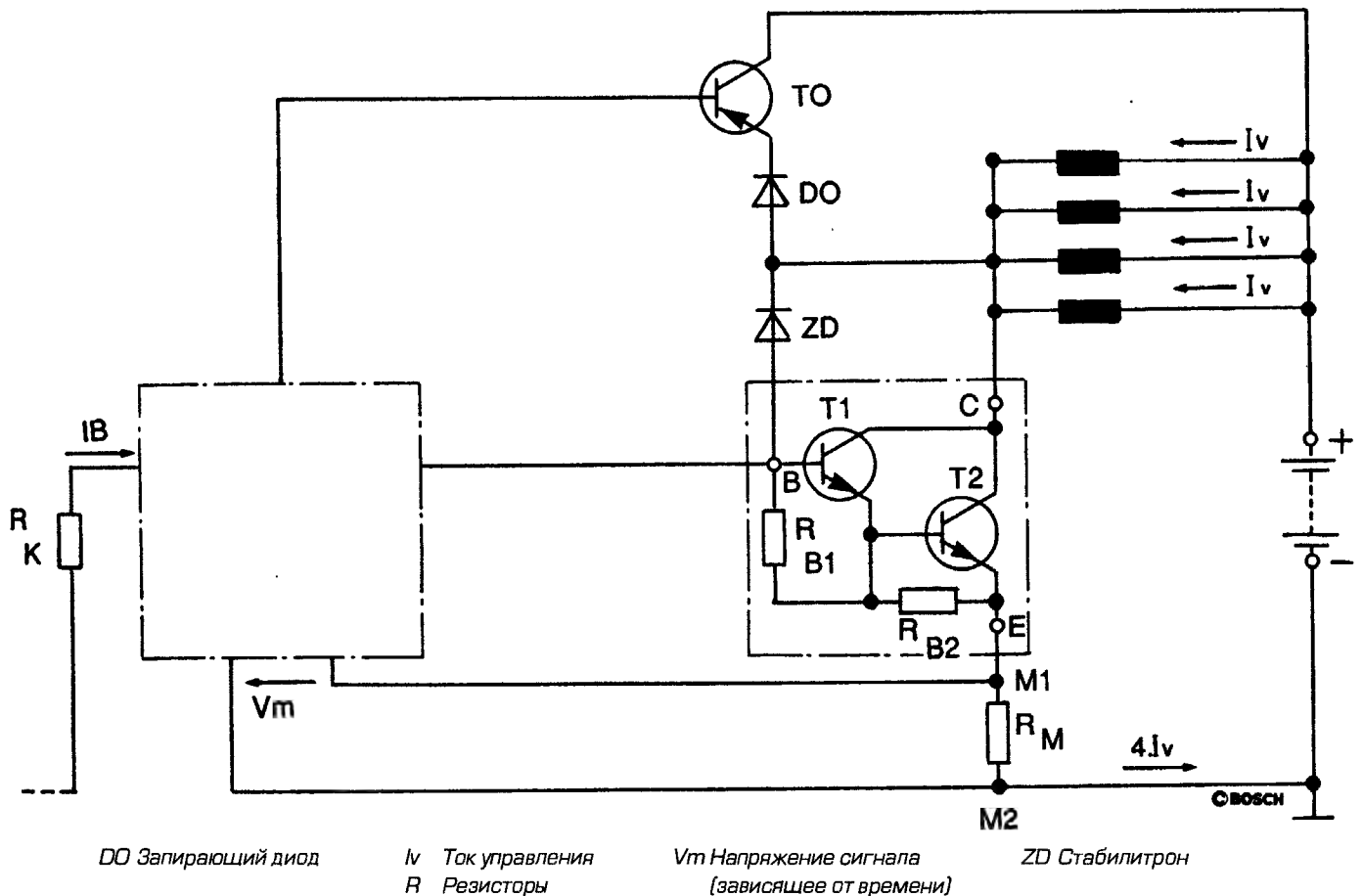
Блок управления для шестицилиндрового двигателя состоит из двух усилителей (по три форсунки на каждый). Для двигателя с восемью цилиндрами также устанавливаются два усилителя (по четыре форсунки на каждый).

Подобная система управления обеспечивает однократный впрыск топлива к каждому цилиндру за один оборот коленчатого вала, что дает половину требуемого топлива на полный цикл работы двигателя.

Конечная ступень (с регулировкой тока)

У схемы с балластным резистором существует недостаток - потеря мощности, рассеиваемая резисторами. Для устранения этого недостатка обычно вместо резисторов применяют схему с регулированием тока (см. рис. 7.28).

Схема с регулированием тока обеспечивает более гибкое управление силой тока. Для открытия клапана на обмотку подается большой ток (см. рис. 7.29), который затем снижается до уровня, при котором клапаны остаются открытыми. Средний ток, проходящий через каждую обмотку составляет приблизительно 0,5А.



DO Запирающий диод
Iv Ток управления
Vm Напряжение сигнала (зависящее от времени)
ZD Стабилитрон
R Резисторы

Рис. 7.28. Конечная ступень для четырехцилиндрового двигателя с электронным стабилизатором тока

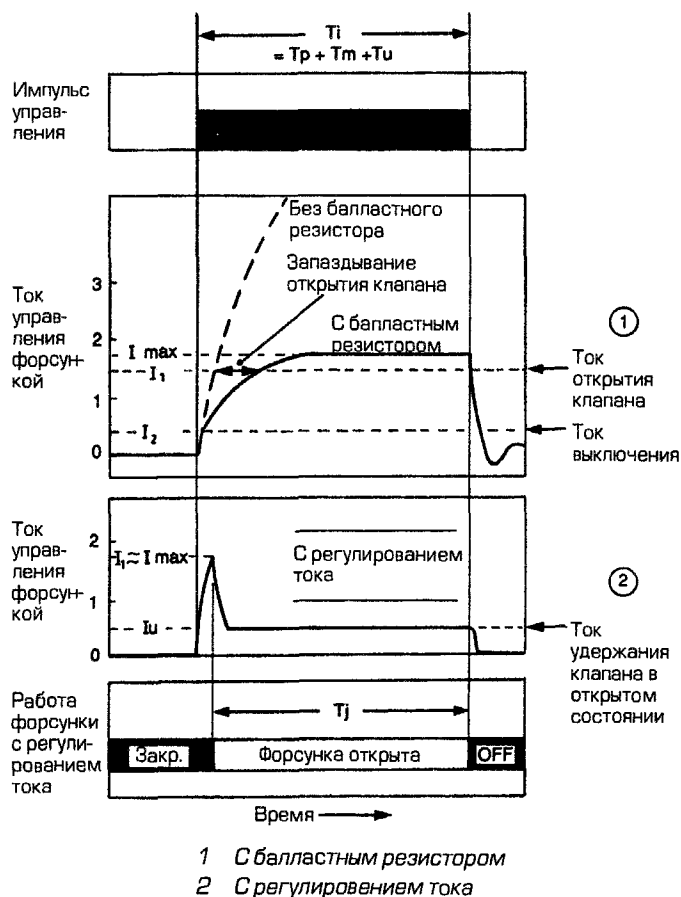


Рис. 7.29. Управление впрыском топлива

Принцип действия регулятора тока сходен с работой регулятора генератора. Когда выключается силовой диод Т2, ток течет через диод DО и транзистор ТО.

В конце цикла впрыска топлива ток, проходящий через обмотки форсунок становится ниже предельно допустимого (приблизительно 0,25А для одной форсунки) и клапаны форсунок закрываются.

Преимущества системы с регулированием тока:

- (а) Уменьшаются потери мощности
- (б) Уменьшается время задержки срабатывания клапанов форсунок
- (в) Позволяет управлять одновременно 12 форсунками
- (г) Надежность работы при колебании напряжения от 6 до 16В
- (д) Меньшее количество компонентов, разъемов и электропроводки

9 Система впрыска с одной форсункой (дрессельный впрыск)

1 По заказам производителей автомобилей фирмой Bosch была разработана более дешевая система с одноточечным впрыском топлива. Эта система была установлена в 1985 г. на автомобилях марки VW Polo и в 1987 г. на Fiat FIRE (Fully Integrated Robotised Engine).

2 Как показали проведенные исследования, оптимальным местом для установки топливной форсунки является зона над дроссельной заслонкой. В этом месте достигается наибольшая скорость воздуха, что обеспечивает хорошее смешивание топлива с воздухом (см. рис. 7.30).

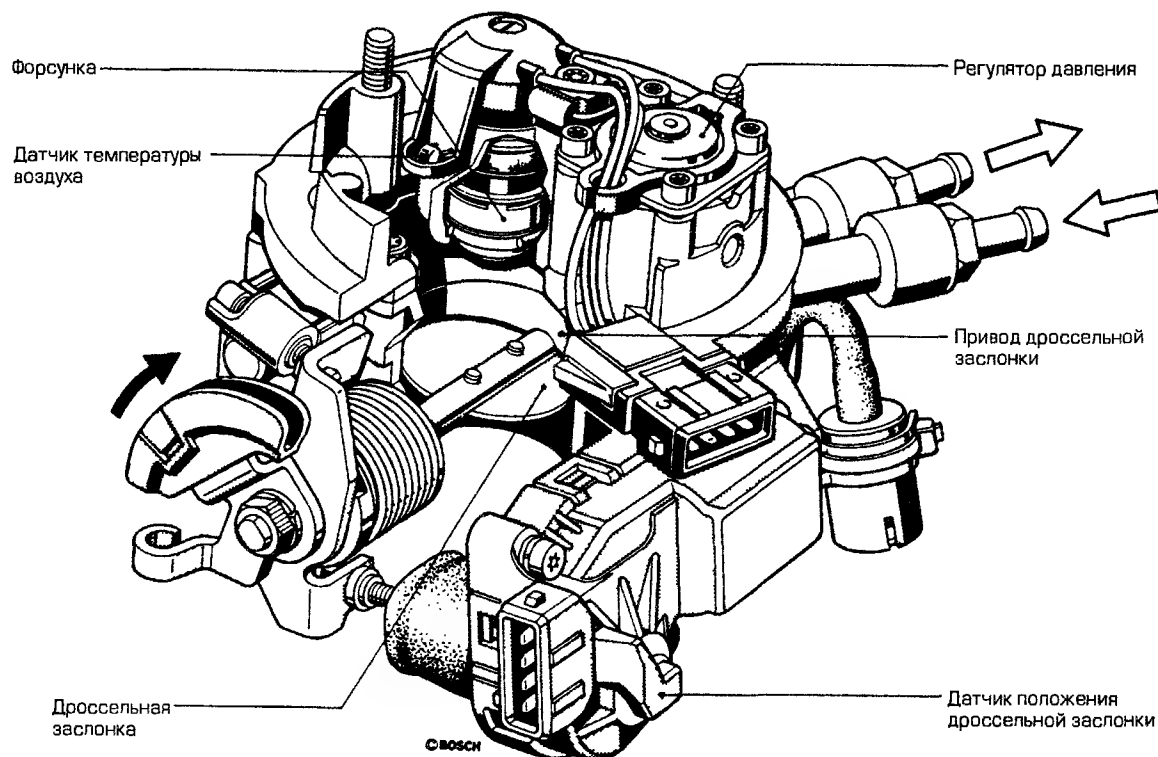


Рис. 7.30. Блок Mono Jetronic с центральной форсункой

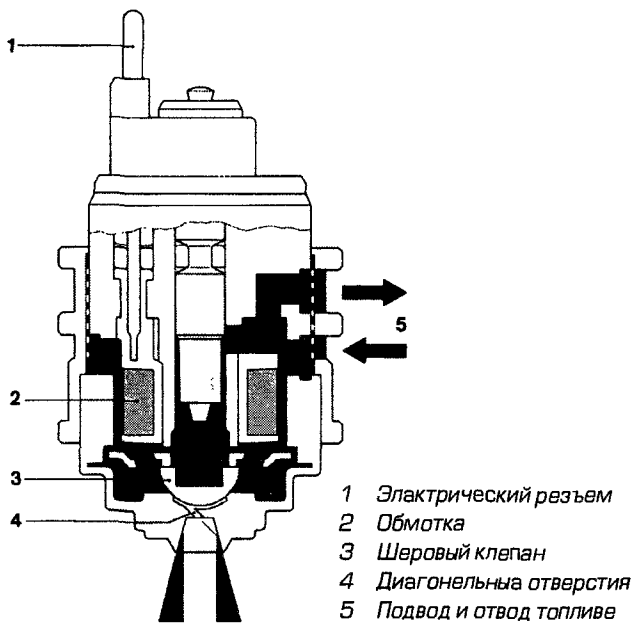


Рис. 7.31. Топливная форсунка низкого давления для системы центрального впрыска топлива.

3 В едином корпусе размещен регулятор давления, поддерживающий давление топлива на постоянном уровне (приблизительно 1 атм), а также специальная топливная форсунка с малым временем срабатывания (см. рис. 7.31).

Здесь же расположен регулятор холостого хода, датчик дроссельной заслонки и датчик температуры воздуха.

4 Расход воздуха Q определяется по углу разворота дроссельной заслонки (по напряжению на потенциометре, расположенном на оси дроссельной заслонки). Частота вращения коленчатого вала двигателя n определяется по импульсам системы зажигания.

Продолжительность впрыска вычисляется блоком электронного управления в соответствии с отношением Q/n .

5 Управление системой осуществляется электронным блоком, включающим в себя микропроцессор, постоянное запоминающее устройство для хранения данных и аналогово-цифровой преобразователь.

В блоке электронного управления производится определение базовой продолжительности впрыска топлива. Для расчета продолжительности впрыска используется частота вращения двигателя и угол поворота дроссельной заслонки. Вычисления производятся при помощи карты, на которой определены 15 значений угла поворота дроссельной заслонки и частот вращения двигателя.

На основе базовой продолжительности впрыска производится корректировка с учетом различных параметров.

6 Система управления может быть запрограммирована для учета таких режимов, как пуск холодного двигателя, разгон, работа двигателя с максимальной нагрузкой и замедление автомобиля.

Кроме того, дополнительно может осуществляться лямбда-управление составом рабочей смеси (подробно описанное в следующем разделе).

Еще одна дополнительная возможность системы управления - регулирование частоты вращения двигателя на холостом ходу при помощи сервомотора, управляющего углом поворота дроссель-

ной заслонки и, соответственно, поступлением воздуха в двигатель.

10 Лямбда-управление с обратной связью

1 Проблема уменьшения содержания вредных веществ в выхлопных газах подробно описана в главе 6. Наиболее эффективным устройством для решения этой проблемы является каталитический преобразователь, уменьшающий концентрацию вредных веществ до допустимых пределов.

Непременным условием для установки каталитического преобразователя является наличие системы управления составом рабочей смеси (соотношением топливо:воздух), при которой происходит наиболее полное сгорание. Это соотношение называется стехиометрическим и равно $14,7:1$, то есть на $14,7$ кг воздуха приходится 1 кг топлива. Это соотношение принято равным $1,0$ и обозначается символом "лямбда".

Ниже приведено соотношение между фактическим отношением топливо:воздух и соответствующим числом лямбда. Иногда число лямбда называют коэффициентом избытка воздуха.

Отношение воздух:топливо	11,76	13,23	14,7	16,17	17,64
Коэффициент избытка воздуха	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
	← Бедная смесь			Богатая смесь →	

2 Поскольку в описанных выше системах отсутствует контроль результатов сгорания, проблема наличия вредных веществ в выхлопных газах является актуальной.

Карты для определения расхода топлива определены только для двигателя в хорошем состоянии и не учитывают износ его деталей.

Подобные системы называются системами без обратной связи.

3 Для получения информации относительно состава выхлопных газов в выхлопной трубе устанавливается датчик лямбда. Этот датчик измеряет количество несожженного кислорода в выхлопных газах (как меру коэффициента избытка воздуха) и генерирует сигнал (см. рис. 7.32) для блока электронного управления. В свою очередь, блок электронного управления корректирует подачу топлива таким образом, чтобы коэффициент избытка воздуха не выходил за пределы диапазона вокруг единицы. Этот диапазон называется окном каталитического преобразователя (см. рис. 7.33).

Поскольку информация о составе выхлопных газов поступает обратно в блок электронного управления, который, в свою очередь, управляет этим составом, такая система называется системой с обратной связью. Такие системы нашли широкое применение во многих отраслях техники (см. рис. 7.34).

4 Анализ графика на рис. 7.33 показывает, что уровень окиси углерода резко повышается при значениях лямбда меньше $1,0$, а при лямбда, больших $1,0$ возрастает концентрация окисей азота. Из этого следует, что поддержание стехиометрического коэффициента лямбда равным $1,0$ является оптимальным с точки зрения концентрации вредных веществ в выхлопных газах.

11 Принцип действия датчика лямбда

1 Датчик лямбда представляет собой измариительный прибор, действующий по принципу батареи. Этот датчик размером со свечу зажигания крепится в выхлопной трубе (см. рис. 7.35).

Присутствия кислорода в выхлопных газах свидетельствует о том, что рабочая смесь слишком бедная (лямбда больше 1,0), а его

отсутствие - о том, что рабочая смесь слишком богатая (лямбда меньше 1,0).

2 Датчик лямбда (датчик содержания кислорода в выхлопных газах) представляет собой стакан, выполненный из диоксида циркония (ZrO_2). Наружная поверхность этого стакана находится в контакте с выхлопными газами, а внутренняя - с окружающим воздухом (см. рис. 7.36).

Обе поверхности стакана покрыты слоями пористой платины, которые выполняют роль электродов и имеют выводы на клеммы датчика. Снаружи датчик покрыт оболочкой из пористого алюминия, через который внутрь датчика могут проникать выхлопные газы.

Корпус из двуокиси циркония играет роль твердого электролита; его внутренняя поверхность находится в контакте с наружным

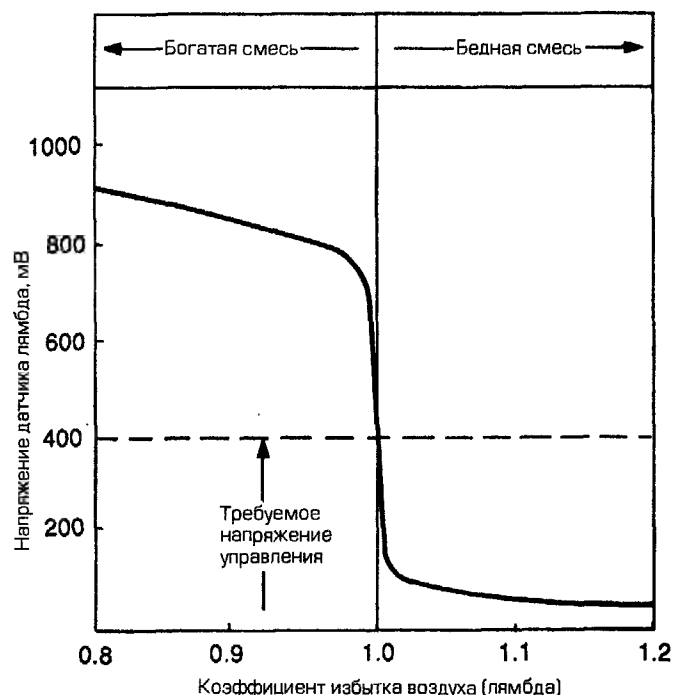


Рис. 7.32. Характеристика напряжения датчика лямбда при 600°C

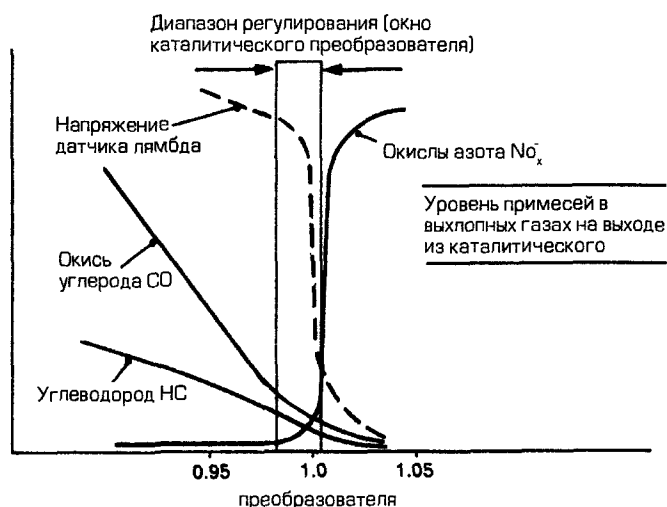


Рис. 7.33. Кривая напряжения датчика лямбда и состав выхлопных газов

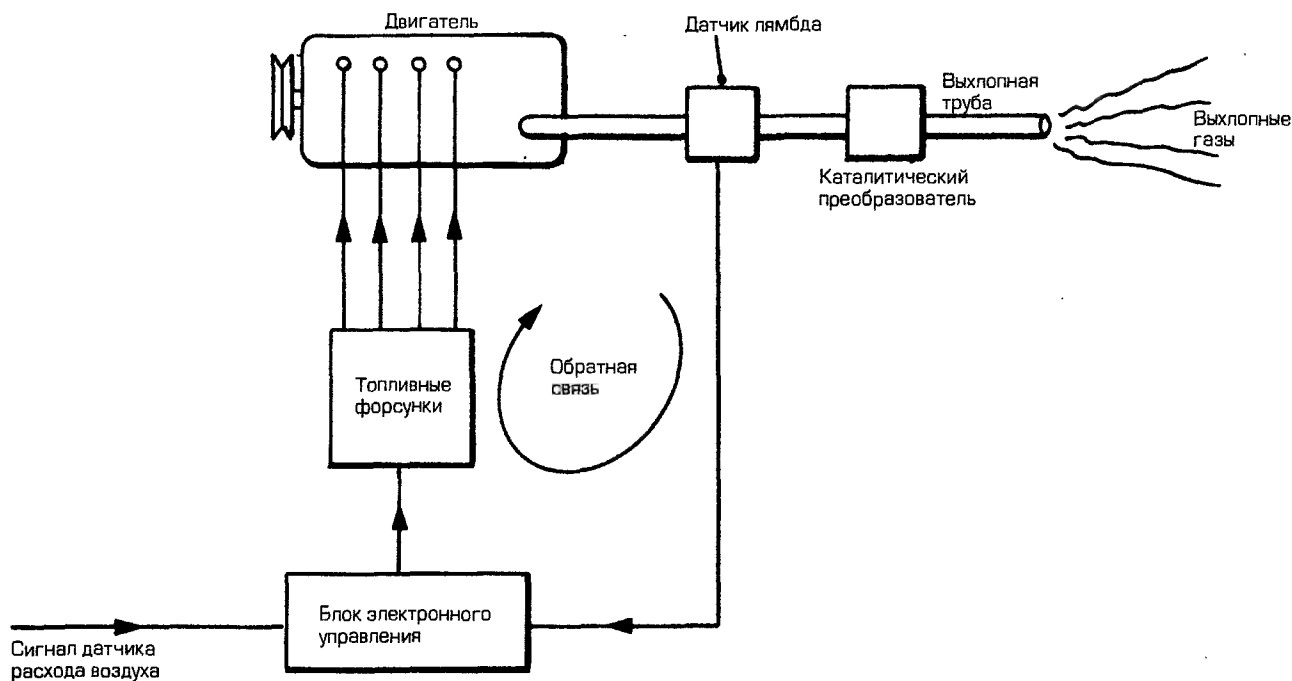


Рис. 7.34. Системе лямбда-управления коэффициентом избытка воздуха с обратной связью

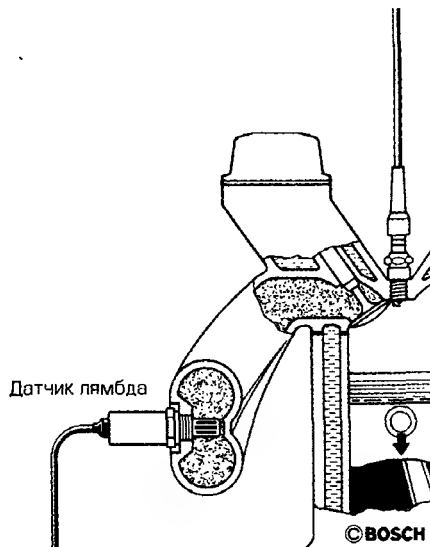
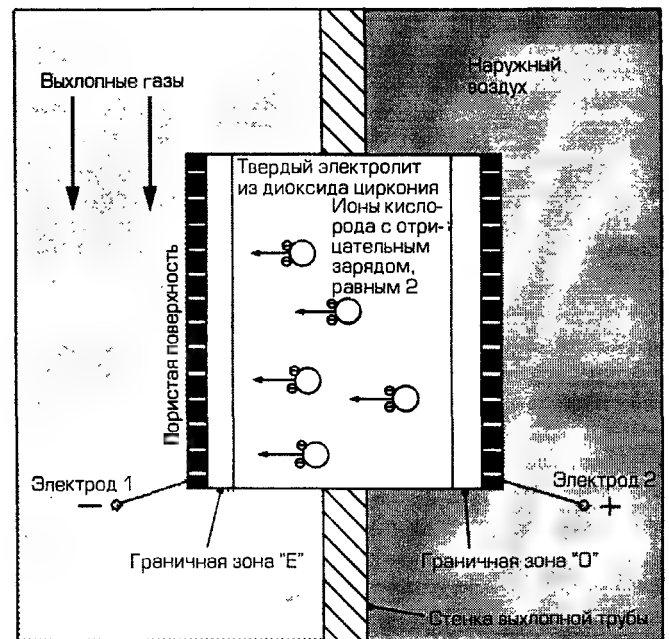


Рис. 7.35. Датчик лямбда, установленный в выхлопной трубе

воздухом, имеющем концентрацию кислорода 21%. Внешняя поверхность корпуса контактирует с выхлопными газами.

При различии концентрации кислорода между внутренней и наружной поверхностями корпуса в платиновых электродах возникает разность потенциалов. Напряжение на клеммах датчика пропорционально разнице концентраций кислорода внутри и снаружи датчика (см. рис. 7.37).



На поверхности электродов всегда присутствует остаточный кислород, связанный с водородом, углеродом или азотом. В том случае, когда рабочая смесь из бедной становится богатой в граничной зоне "Е" возникает недостаток кислорода. Отрицательно заряженные ионы кислорода не начинают перемещаться к электроду 1, заряд на котором по отношению к электроду 2 становится отрицательным. На электродах возникает напряжение, используемое в системе управления с обратной связью.

Рис. 7.37. Принцип действия датчика лямбда

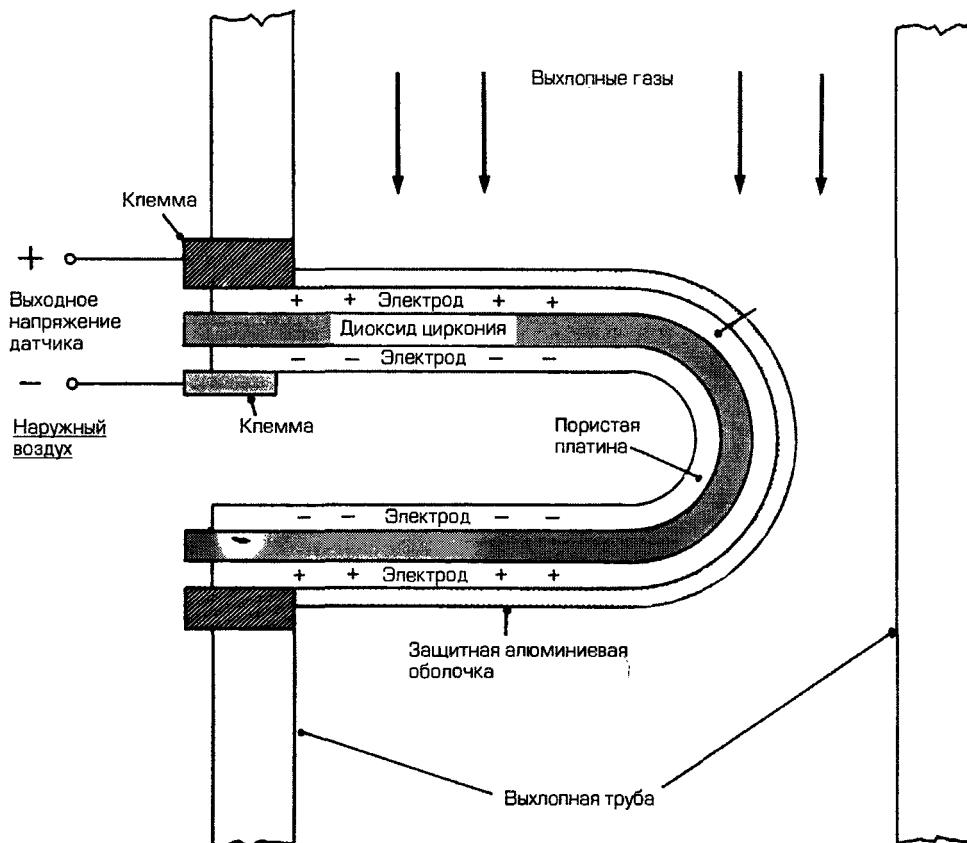


Рис. 7.36. Схема датчика лямбда

3 При работе двигателя на богатой рабочей смеси напряжение датчика составляет около 900 мВ (милливольт). При работе на бедной смеси напряжение падает до 50 мВ.

Напряжение датчика изменяется резко при незначительных изменениях концентрации кислорода, то есть датчик работает как выключатель. Сигналы, посылаемые датчиком блоку электронного управления представляют собой импульсы почти прямоугольной формы. Блок электронного управления превращает эти сигналы в прямоугольные импульсы, корректирующие работу топливных форсунок таким образом, чтобы коэффициент лямбда оставался равным 1,0 (см. рис. 7.38).

4 Выходное напряжение датчика зависит от температуры, поскольку проводимость диоксида циркония при температуре ниже 300°C практически равна 0. Поэтому рабочей температурой датчика считается 600°C. Кроме того, при температуре 300°C время срабатывания датчика составляет несколько секунд, тогда как при температуре 600°C - около 50 мс.

По этим причинам на ранних моделях существовала трудность установки датчика: если датчик установить слишком далеко от двигателя, он не будет работать; если слишком близко - при длительной работе двигателя датчик разрушался от перегрева. (Примечание: максимальная температура не должна превышать 850°C). Датчик лямбда показан на рис. 7.39.

На более поздних моделях датчики оборудованы внутренним обогревателем (см. рис. 7.40). На холодном двигателе отопитель производит дополнительный подогрев датчика, а при высоких температурах - отключается. Местоположение датчика все еще

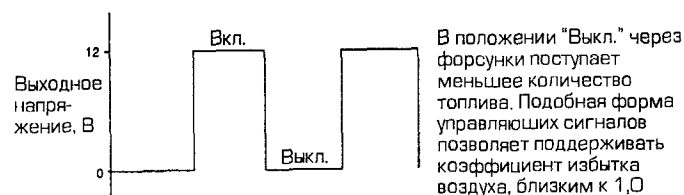
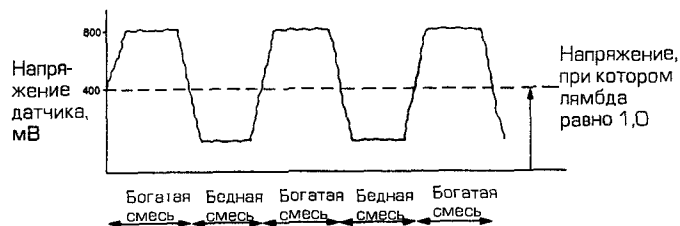


Рис. 7.38. Импульсы системы управления параметром лямбда

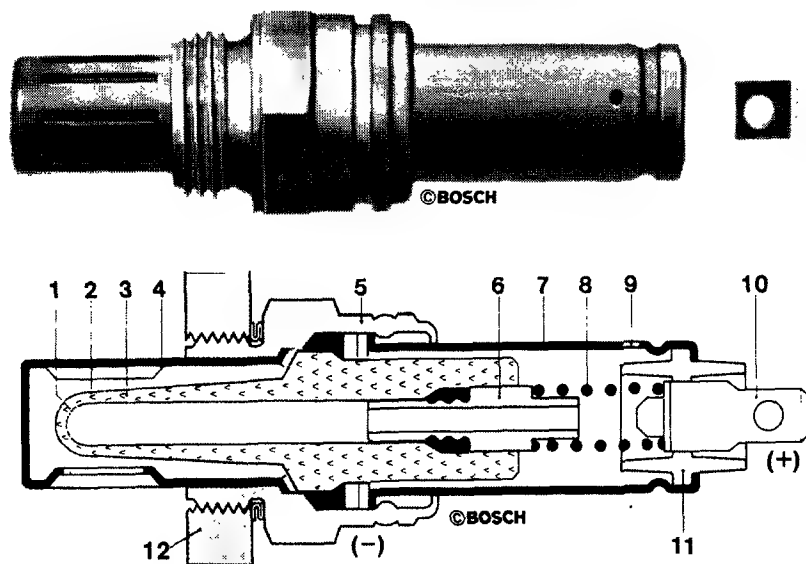


Рис. 7.39. Датчик лямбда [Bosch]

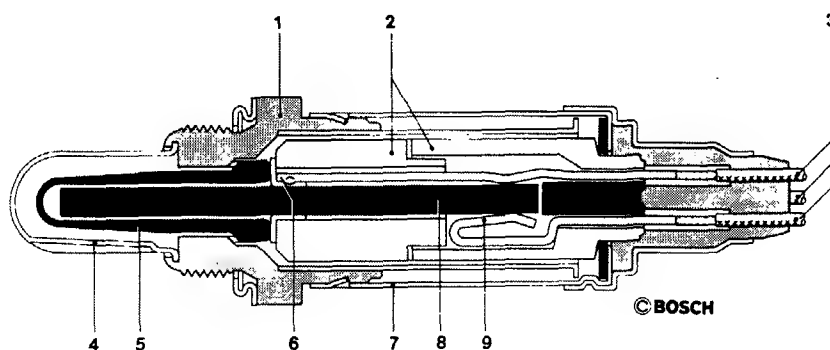


Рис. 7.40. Датчик лямбда с обогревателем

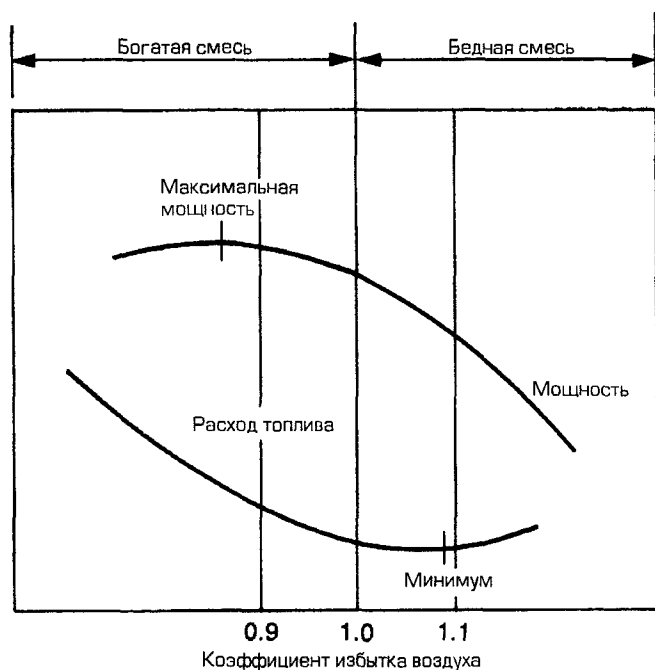


Рис. 7.41. Зависимость расхода топлива и выходной мощности от коэффициента лямбда

играет большое значение, но при такой конструкции датчик выходит на рабочий режим не позднее, чем через 25 с после пуска двигателя.

Установленный должным образом датчик, оборудованный подогревателем, имеет срок службы около 100 000 км. Однако при эксплуатации автомобиля, оборудованного датчиком лямбда, не допускается применение этилированного бензина во избежание разрушения платинового покрытия.

5 Датчик лямбда и блок управления могут быть использованы в системах с впрыском топлива, а также на двигателях, оборудованных карбюратором с электронным управлением. В настоящее время используются карбюраторы с электронным управлением типа SU и Bosch-Pierburg Ecotronic.

12 Карбюраторы с электронным управлением

1 С развитием автомобилестроения карбюраторы подвергаются непрерывному усовершенствованию. Несмотря на ужесточение требований по охране окружающей среды карбюраторы и в настоящее время сохранили свою популярность. В основном, сейчас применяются карбюраторы с электронным управлением.

2 Основным предназначением как карбюратора, так и системы впрыска топлива является обеспечение максимальной мощности двигателя при минимальном расходе топлива (как следует из рис. 7.41 эти требования являются несовместимыми). При этом должно обеспечиваться минимальное содержание вредных веществ в выхлопных газах.

Уменьшение концентрации вредных веществ в выхлопных газах происходит при обеднении рабочей смеси (как видно из рис. 7.33), поэтому некоторые производители автомобильных двигателей специально обедняют рабочую смесь для того, чтобы удовлетворить требованиям по охране окружающей среды.

3 Недостатки двигателей, работающих на обедненной смеси:

- (а) Тенденция к детонации
- (б) Перегрев из-за медленного сгорания топлива

При эксплуатации двигатель нуждается в периодической регулировке. Двигатели, оборудованные карбюраторами с электронным управлением, достаточно эффективно поддерживают коэффициент избытка воздуха, близким к 1,0 во всем диапазоне режимов работы двигателя.

4 Карбюраторы с электронным управлением выполняют следующие функции:

- (а) Поддержание для всех режимов работы двигателя правильного соотношения топливо:воздух
- (б) Автоматическое управление дроссельной заслонкой при пуске холодного двигателя, что на 5% эффективнее ручного управления
- (в) Поддержание постоянной частоты вращения двигателя на холостом ходу (приблизительно на 100 об/мин ниже минимальных). Это дает дополнительную экономию топлива
- (г) Уменьшение или отсечка подачи топлива при забросе оборотов. Отключение и включение подачи топлива происходит очень быстро, так что двигатель продолжает работать

Эти усовершенствования стали возможными за счет применения электронного управления исполнительными механизмами, установленными в карбюраторе.

В настоящее время карбюраторы с электронным управлением изготавливаются различными фирмами (Weber, Austin Rover и Bosch-Pierburg). Между карбюраторами этих фирм имеются незначительные отличия, в основном, касающиеся методов управления.

13 Карбюратор с электронным управлением Bosch-Pierburg (Ecotronic)

1 Принцип действия карбюратора с электронным управлением фирмы Bosch-Pierburg Ecotronic приведен в качестве примера.

2 На рис. 7.42 приведены основные компоненты системы:

- (а) Потенциометр положения дроссельной заслонки
- (б) Механизм привода дроссельной заслонки с датчиком положения холостого хода
- (в) Привод воздушной заслонки
- (г) Датчик оборотов коленчатого вала
- (д) Датчик температуры охлаждающей жидкости
- (е) Цифровой блок электронного управления

3 Потенциометр положения дроссельной заслонки выдает сигнал блоку электронного управления об угле поворота дроссельной заслонки.

4 Механизм привода дроссельной заслонки - электропневматический. Он предназначен для управления дроссельной заслонкой на оборотах холостого хода при любых условиях работы двигателя. Дроссельная заслонка управляется за счет перемещения плунжера. Перемещение плунжера осуществляется за счет разницы давлений: с одной стороны - атмосферного, с другой - разрежения во впускном коллекторе. Обе полости механизма открываются и закрываются клапанами с электромагнитным управлением, которое осуществляется блоком электронного управления.

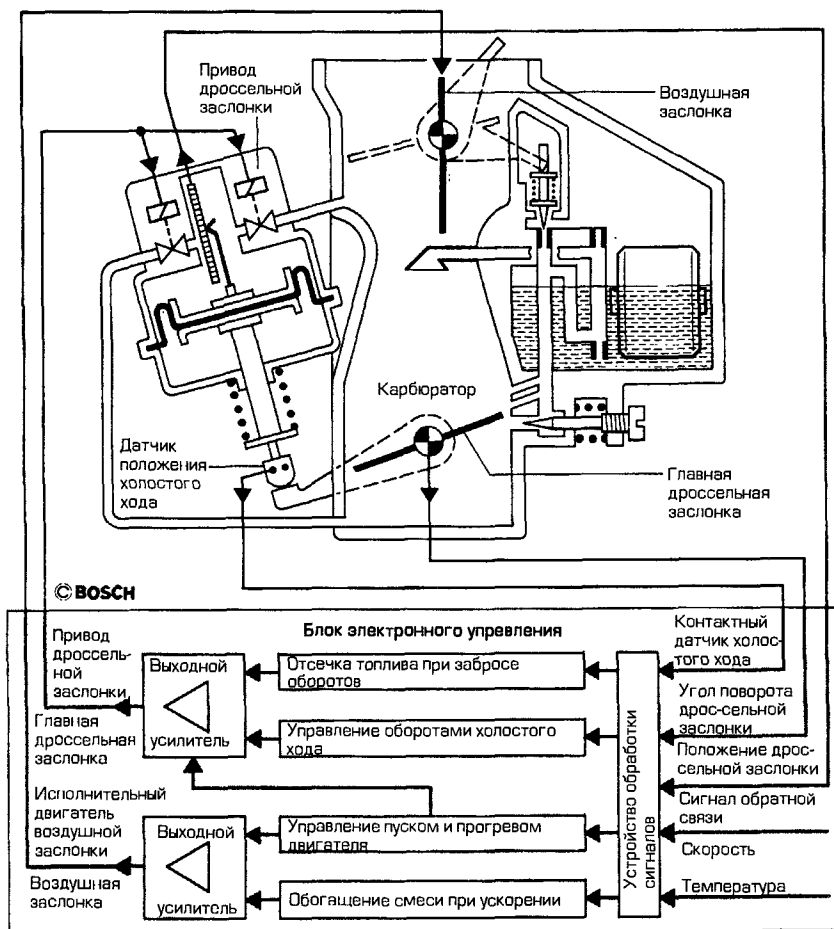


Рис. 7.42. Карбюратор с электронным управлением (Ecotronic)

Когда дроссельная заслонка находится в положении холостого хода специальный контактный датчик подает сигнал об этом в блок электронного управления.

5 Привод воздушной заслонки представляет собой высокомоментный электродвигатель. Он разворачивает воздушную заслонку, преодолевая сопротивление возвратной пружины. Его предназначение состоит в обогащении смеси при пуске и прогреве холодного двигателя.

Поскольку высокомоментный двигатель обладает малым временем срабатывания, этот привод используется и для обогащения смеси при разгоне — путем частичного прикрытия воздушной заслонки.

6 Определение частоты вращения двигателя производится по импульсам системы зажигания.

7 Измерение температуры охлаждающей жидкости и температуры воздуха во впускном коллекторе производится соответственно полупроводниковым терморезистором (термистором) и термопарой.

8 Блок электронного управления содержит 8-битовый микропроцессор, преобразователь аналоговых сигналов от датчиков в цифровую форму и выходные усилители для управления исполнительными механизмами.

Преобразованные сигналы от датчиков поступают в вычислительное устройство для определения сигналов управления с учетом данных, записанных в постоянном запоминающем устройстве.

Блок электронного управления выдает сигналы управления, которые проходят через усилитель и подаются на исполнительные механизмы.

Карбюратор с электронным управлением спроектирован таким образом, что при выходе из строя блока электронного управления, двигатель остается в рабочем состоянии и автомобиль способен доехать до места стоянки своим ходом.

Замечания по эксплуатации

9 При разгоне автомобиля на пониженной передаче показания потенциометра дроссельной заслонки корректируются блоком электронного управления, который подает сигнал на частичное закрытие воздушной заслонки в зависимости от таких факторов, как частота вращения двигателя, положение дроссельной заслонки и температуры охлаждающей жидкости.

Частота вращения коленчатого на холостом ходу поддерживается постоянной (с точностью ± 10 об/мин) независимо от температуры двигателя и износа механических частей карбюратора. Фактическая частота двигателя на холостом ходу сравнивается со значением, имеющимся в постоянной памяти микропроцессора. Коррекция оборотов холостого хода осуществляется поворотом дроссельной заслонки.

При оборотах двигателя, превышающих 1400 об/мин, а также при полностью закрытой дроссельной заслонке блок электронного управления прерывает подачу топлива.

При выключении двигателя дроссельная заслонка закрывается, чтобы произошла отсечка топлива. Однако после остановки двигателя заслонка возвращается в пусковое положение. Это предотвращает самопроизвольную работу двигателя при выключенном зажигании, особенно при перегреве двигателя.

Дополнительные возможности

10 К дополнительным возможностям карбюраторов с электронным управлением относятся:

- (а) Возможность совместного управления карбюратором и системой зажигания
- (б) Возможность использования контроля лямбда на карбюраторах Ecotronic, то есть возможность использования системы с обратной связью.
- (в) Возможность определения расхода топлива и отображение этих сведений на дисплее.
- (г) Возможность программирования блока управления таким образом, чтобы он был способен выводить на дисплей сигналы, поступающие от различных датчиков, а также формировать сигналы о неисправности систем.

Глава 8 Управление двигателем

Содержание

Комбинированное управление зажиганием и впрыском топлива	1	Motronic - подсистема впрыска топлива	6
Характеристические карты	2	Motronic - обработка сигнала системы впрыска топлива	7
Система управления с обратной связью	3	Motronic - дополнительные возможности системы	8
Bosch Motronic	4	Блок электронного управления	9
Motronic - подсистема зажигания	5		

1 Комбинированное управление зажиганием и впрыском топлива

1 Двигатели автомобилей с искровым воспламенением топлива имеют две системы управления мощностью и экономичностью двигателя: систему управления составом топливной смеси, то есть регулировки соотношения топливо-воздух и систему управления моментом зажигания.

На протяжении всего предыдущего периода развития автомобилестроения системы регулировки состава топлива и момента зажигания развивались отдельно друг от друга.

Описание топливной системы и системы зажигания приведены в главах 6 и 7. Однако, исследование характеристик работы двигателя совместно с требованиями к составу выхлопных газов показывает, что эти системы не являются независимыми друг от друга. Например, изменение состава топливной смеси должно вызывать изменение момента зажигания для обеспечения максимальной эффективности двигателя.

2 В современных автомобилях для управления системой зажигания и системой смесеобразования используются отдельные микропроцессоры. Поэтому для улучшения качества управления двигателем логичным является объединение этих двух микропроцессоров в один, который может обрабатывать входные сигналы и вырабатывать управляющие сигналы для обеих систем одновременно.

3 Современная концепция электронной системы управления двигателем основана на применении одного микропроцессора для управления системой зажигания и впрыска топлива, а также для управления другими системами автомобиля, например, системой рулевого управления, системой подруливания, управления автоматической коробкой передач, системой диагностики неисправностей, а также системой включения и выключения сцепления.

Каждая из систем, управляемых микропроцессором, также снабжается системой защиты от непредсказуемых последствий в случае неисправности микропроцессора.

4 Основное внимание в этой главе уделено системе электронного управления топливной системой и системой зажигания, однако, упомянуты и все остальные системы, управляемые центральным микропроцессором автомобиля.

2 Характеристические карты

1 Эта тема обсуждалась ранее в отношении предотвращения детонации и управления параметром лямбда отработанных газов.

2 При разработке новых моделей двигателей проводятся всесторонние испытания, направленные на оптимизацию всех параметров двигателя при минимальном содержании вредных выбросов в отработавших газах.

В процессе испытаний двигатель устанавливается на стенде, позволяющем реализовать весь диапазон внешних нагрузок и измерить его основные показатели, такие как выходная мощность, крутящий момент, оптимальные обороты холостого хода, расход топлива, а также состав выхлопных газов. При этом строятся зависимости показателей работы двигателя от скорости вращения коленчатого вала, угла открытия дроссельной заслонки, угла опережения зажигания, состава рабочей смеси, температуры охлаждающей жидкости, а также температуры воздуха. При объединении этих двухмерных зависимостей можно построить трехмерные графики, которые несут гораздо больше информации. Подобные трехмерные зависимости известны также как характеристические карты.

3 Две таких карты представлены на рис. 8.1 и 8.2. На рис. 8.1 приведено соотношение между нагрузкой двигателя, углом опережения зажигания и частотой вращения двигателя. На рис. 8.2 представлена карта зависимости частоты вращения двигателя от параметра лямбда и соотношения воздух-топливо рабочей смеси.

4 Эти карты представляют собой основную информацию относительно характеристик двигателя, хотя для получения всесторонних данных о качестве системы управления двигателем понадобятся и другие карты. Например, на рис. 8.3 показано соотношение между частотой вращения двигателя, длительностью замкнутого состояния контактов прерывателя и напряжением аккумулятора; на рис. 8.4 приведена зависимость скорости разогрева двигателя, нагрузки и частоты вращения двигателя.

5 Обычно в системах управления зажиганием и смесеобразованием используются датчики одно и того же типа. Логическим следствием этого факта является использование одного компьютера и одного набора датчиков для управления обеими системами.

Прежде, чем перейти к изучению системы управления двигателем, рассмотрим снова работу системы управления с обратной связью.

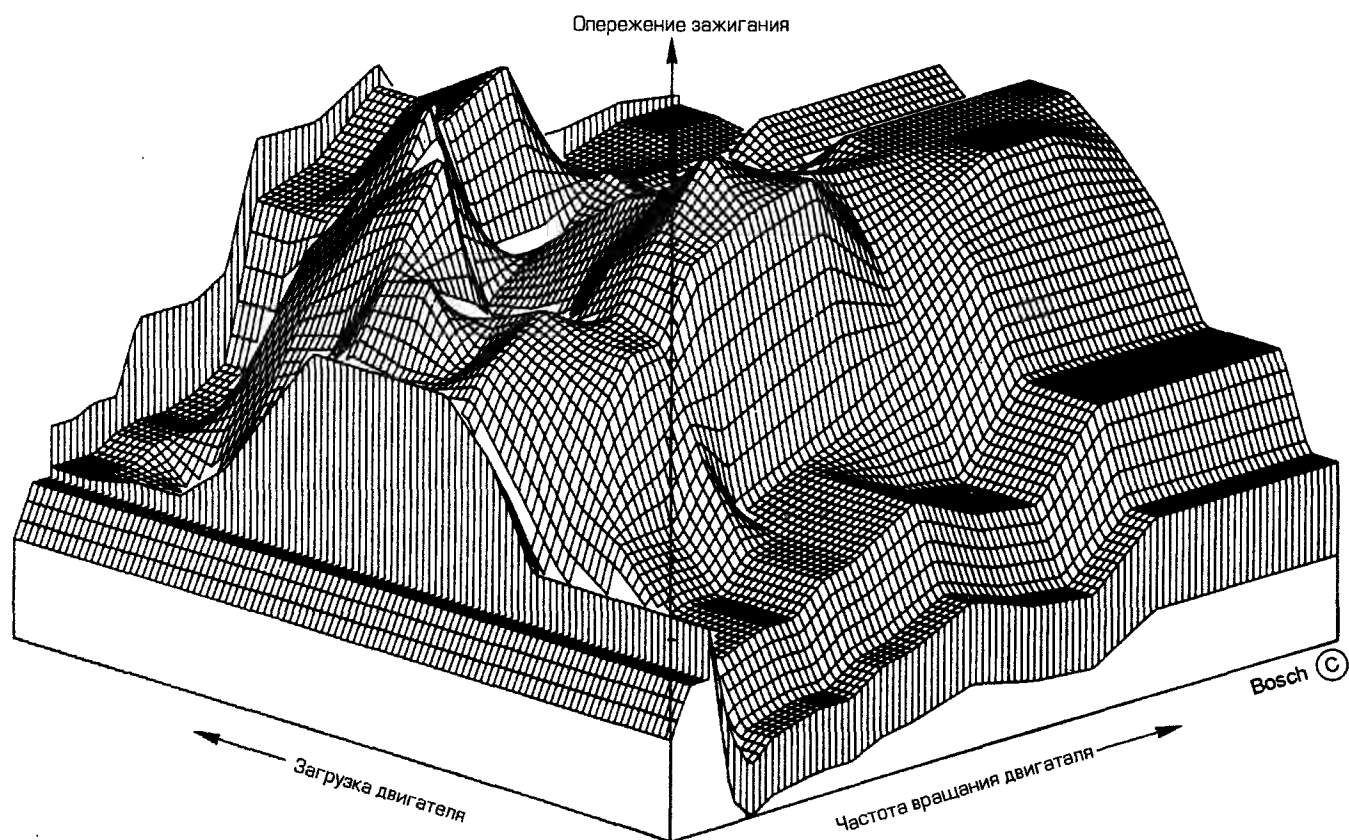


Рис. 8.1. Карта зависимости частоты вращения двигателя, загрузки двигателя и угла опережения зажигания

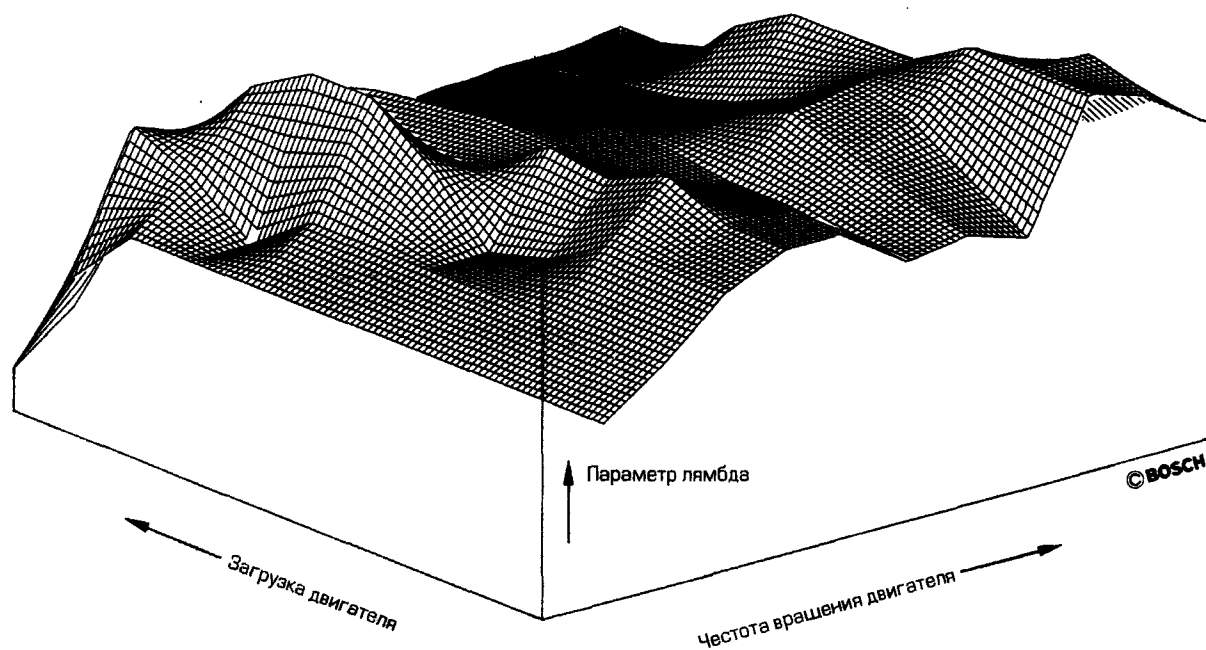


Рис. 8.2. Карта лямбда

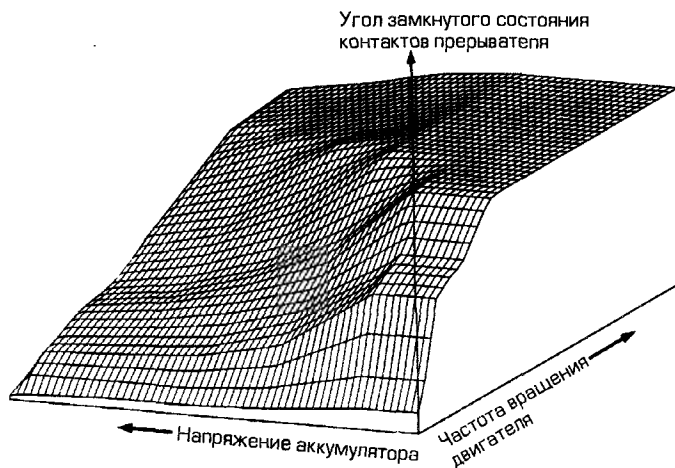
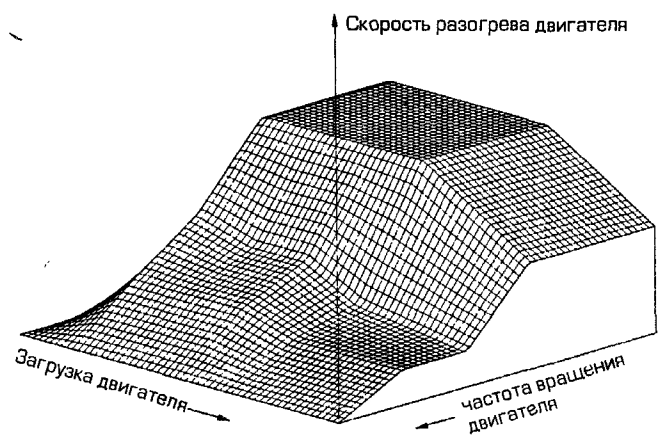


Рис. 8.3. Карта углов замкнутого состояния контактов прерывателя



При большой нагрузке и высоких оборотах двигателя скорость разогрева двигателя уменьшается. При малой нагрузке и оборотах этот фактор возрастает.

Рис. 8.4. Карта врани прогрева

3 Система управления с обратной связью

1 После того, как определены характеристические карты двигателя, они сохраняются в постоянной памяти (ROM) микропроцессора. В соответствии с этими данными осуществляется управление работой двигателя на различных скоростях вращения и коэффициентах загрузки двигателя. Однако подобное управление двигателем предполагает, что характеристики самого двигателя с течением времени не изменяются.

2 На самом деле это не так, поскольку в процессе эксплуатации изнашиваются поршни, направляющие втулки клапанов и прочие детали двигателя. В конечном итоге, эти процессы приводят к тому, что, например, потребное содержание воздуха в рабочей смеси будет отличаться от того, что определяет микропроцессор на основе данных, измеренных датчиками.

Эта ситуация является одним из следствий использования системы управления без обратной связи, то есть системы, в которой не осуществляется контроль фактических параметров двигателя (его приемистости или состава выхлопных газов).

Аналогичным образом, изначально настроенная установка зажигания, в процессе эксплуатации может привести к возникновению детонации и поломке двигателя.

3 Устранение этих проблем достигается измерением параметров двигателя с помощью датчиков, сигналы которых помогают корректировать состав рабочей смеси и момент зажигания.

4 Датчик детонации, описанный в главе 6, является элементом обратной связи и широко используется в современных двигателях. С его помощью происходит уменьшение угла опережения при возникновении детонации.

Аналогичным образом лямбда-зондом измеряется содержание кислорода в выхлопных газах (см. главу 7) и сигнал передается микропроцессору. В свою очередь, микропроцессор производит корректировку соотношения воздух-топливо таким образом, чтобы параметр лямбда был равен 1,0.

5 Таким образом, датчик детонации и лямбда-зонд являются составными частями системы управления двигателем с обратной связью и поддерживают требуемые параметры двигателя с учетом его износа в течение всего срока эксплуатации.

4 Bosch Motronic

1 Эта система является комбинацией подсистем в едином блоке, управляющем процессом впрыска топлива и регулировкой угла опережения зажигания. Последние версии этой системы представлены на иллюстрациях.

Преимущества объединения подсистем в одном блоке заключаются в том, что такая система обладает большей гибкостью и большим количеством функций, чем независимо работающие подсистемы. На рис. 8.5 показана одна из последних версий системы Motronic, в которой реализован дробный разделенный впрыск топлива.

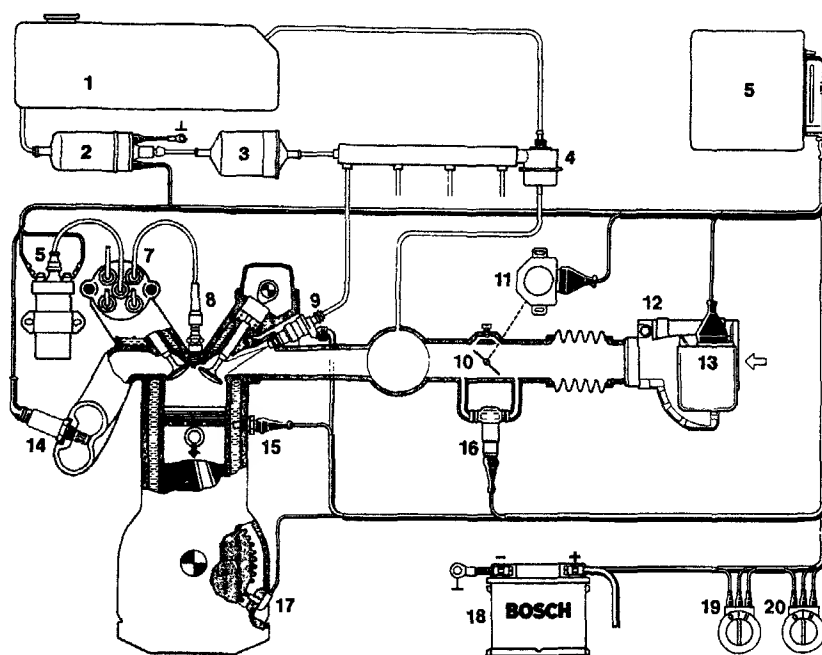
2 В подсистеме зажигания используются карты, записанные в постоянную память микропроцессора. Угол опережения изменяется в зависимости от температуры охлаждающей жидкости, температуры воздуха в воздухозаборнике, а также положения дроссельной заслонки.

Показанная на рис. 8.6 версия этой системы может быть оборудована как единым датчиком измерения частоты вращения двигателя и положения коленчатого вала, так и двумя отдельными датчиками. В обоих случаях сигнал, передаваемый микропроцессору является более точным, чем в случае использования триггера в распределителе зажигания или индуктивного датчика.

3 Подсистема впрыска топлива разработана на основе системы L Jetronic, описанной в главе 7. Единственным отличием является введение цифрового управления вместо мультивибраторного.

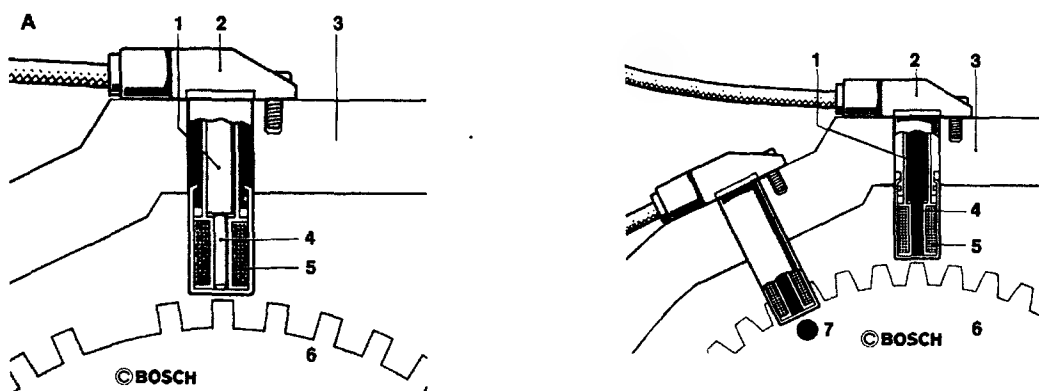
4 Система Motronic может быть использована и как разомкнутая система управления (без обратной связи), в которой характеристики угла опережения зажигания описаны картами для любых нагрузок и скоростей вращения двигателя (см. рис. 6.92, глава 6). Аналогичным образом управляется и система впрыска топлива на основе карты зависимости от фактора лямбда, записанной в памяти микропроцессора.

Однако, учитывая современную тенденцию к установке систем с обратной связью, в системе Motronic предусмотрены входы для датчиков детонации и лямбда-зонда.



- | | | |
|-------------------------------------|---|--|
| 1 Топливный бак | 10 Дроссельная заслонка | 16 Вращающийся регулятор холостого хода |
| 2 Топливный насос с электроприводом | 11 Датчик крайнего положения дроссельной заслонки | 17 Датчик скорости и положения коленчатого вала |
| 3 Топливный фильтр | 12 Датчик скорости воздуха | 18 Аккумулятор |
| 4 Регулятор давления | 13 Потенциометр и датчик температуры воздуха | 19 Замок зажигания |
| 5 Блок управления | 14 Лямбда-зонд | 20 Выключатель системы кондиционирования воздуха |
| 6 Катушка зажигания | 15 Датчик температуры двигателя | |
| 7 Распределитель зажигания | | |
| 8 Свеча зажигания | | |
| 9 Топливные форсунки | | |

Рис. 8.5. Стандартная система Motronic управления двигателем.



- | | | |
|---|-------------------------------|---------------------------|
| А Комбинированный датчик скорости и положения коленчатого вала. Для работы используют зубчатое колесо с одним пропущенным зубом | 1 Постоянный магнит | 5 Обмотка |
| Б Два отдельных датчика. Для определения положения используется штифт | 2 Корпус | 6 Вращающаяся шестерня |
| | 3 Блок двигателя | 7 Метка датчика положения |
| | 4 Сердечник из мягкого железа | |

Рис. 8.6. Датчики скорости вращения и положения коленчатого вала

При использовании датчика детонации угол опережения может быть больше, чем на карте, записанной в памяти, что улучшает характеристики автомобиля. При подключении лямбда-зонда осуществляется управление составом выхлопных газов (см. рис. 7.34).

Еще одним преимуществом систем с обратной связью является отсутствие необходимости регулировки в процессе эксплуатации.

5 Сравнивая систему L Jetronic (см. рис. 7.9) с системой Motronic (рис. 8.5), можно убедиться, что различия между этими системами незначительны. Вспомогательный воздушный клапан (рис. 7.9) заменен вращающимся регулятором (поз. 16, рис. 8.5), при помощи которого осуществляется обратная связь системы регулирования холостого хода.



Рис. 8.7. Управление оборотами холостого хода при помощи шунтирующего канала переменного сечения

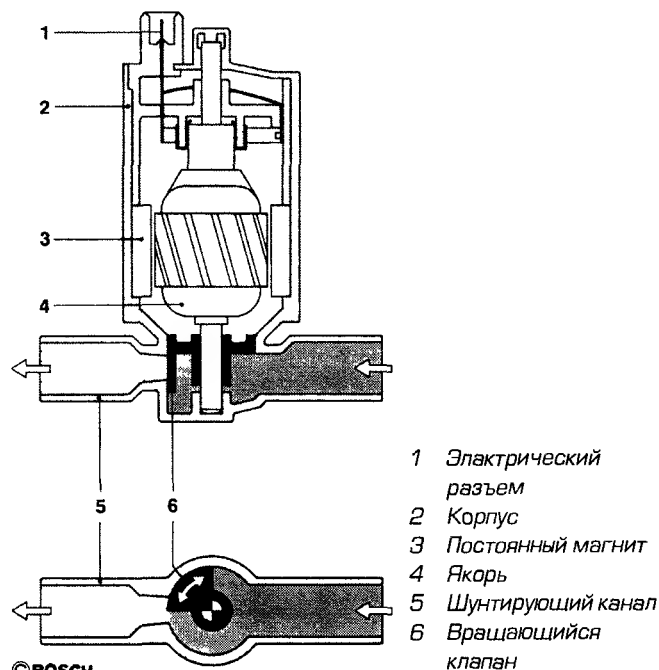


Рис. 8.8. Вращающийся регулятор системы управления оборотами холостого хода

Обороты холостого хода должны поддерживаться на минимальном уровне, при котором двигатель не глохнет. Это способствует повышению топливной экономичности автомобиля, поскольку, по оценкам экспертов, потери топлива в дорожных пробках повышают расход топлива на 30%.

Вращающийся регулятор обеспечивает корректировку рабочей смеси, управляя шунтирующим воздушным каналом (см. рис. 8.7). При изменении сечения шунтирующего канала датчик воздухозаборника регистрирует изменение потока воздуха и, соответственно, производит корректировку состава рабочей смеси.

Обороты холостого хода при такой регулировке поддерживаются постоянными независимо от температуры двигателя и включенных электрических и механических нагрузок (например, системы кондиционирования воздуха).

Вращающийся регулятор представляет собой электрический двигатель, вал которого поворачивается на угол 90° , в пределах которых шунтирующий воздуховод меняет подачу воздуха, в полной мере обеспечивая поддержание оборотов холостого хода (см. рис. 8.8).

В двигателе регулятора имеются две противоположно направленные обмотки, к которым подается напряжение. Положение якоря электродвигателя (и сечение шунтирующего канала) зависит от соотношения этих напряжений.

Соотношение напряжений, равное 18:82, приводит к полному закрытию клапана, а 82:18 - к полному открытию. Соотношение 30:70 открывает клапан канала на небольшой угол, который является типичным для правильной работы двигателя на холостом ходу.

6 Еще одно различие между системами L Jetronic и Motronic заключается в отсутствии клапана пуска холодного двигателя в последних моделях системы Motronic (хотя он используется в ранних моделях).

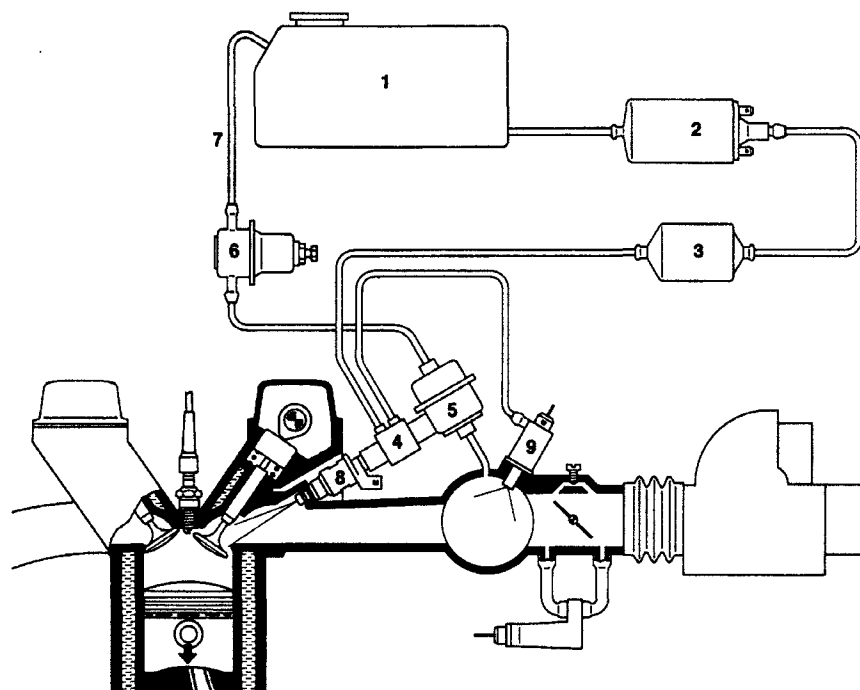
Управление при работе холодного двигателя осуществляется блоком электронного управления. При работе холодного двигателя увеличивается продолжительность впрыска топлива. Длительность впрыска топлива анализируется на основании данных датчика температуры воздуха во впускном коллекторе.

5 Motronic - подсистема зажигания

1 Угол опережения зажигания определяется компьютером (рис. 8.9) на основании информации о частоте вращения двигателя и нагрузке на основании карты опережения зажигания. Данные о скорости вращения и нагрузке на двигатель поступают в компьютер соответственно от датчика коленчатого вала и датчика расхода воздуха.

Компьютер производит все вычисления угла опережения между вспышками в цилиндрах. При вращении шестицилиндрового двигателя с максимальной частотой это время составляет приблизительно 3 миллисекунды. Значения угла опережения, снятые с карты опережения непрерывно корректируются в зависимости от температуры охлаждающей жидкости, температуры воздуха в воздухозаборнике, а также положения дроссельной заслонки.

2 Корректировка угла опережения по этим параметрам производится по следующим критериям: топливная экономичность, максимальный крутящий момент, минимальное содержание



- 1 Топливный бак
- 2 Электрический топливный насос
- 3 Топливный фильтр
- 4 Топливная магистраль
- 5 Регулятор давления
- 6 Демпфер пульсаций (устанавливается не всегда)
- 7 Сливная магистраль
- 8 Топливная форсунка
- 9 Клапан пуска холодного двигателя (устанавливается не всегда)

Рис. 8.12. Подсистема впрыска топлива Motronic.

зажигания (см. главу 6), поскольку им определяется время, в течение которого нарастает ток в первичной обмотке.

Большое значение на время нарастания тока в первичной обмотке оказывает напряжение аккумулятора (см. рис. 8.10). При низких оборотах двигателя применяется коррекция для увеличения этого параметра.

5 Цепь высокого напряжения. В этой цепи применено более простое устройство, чем классический распределитель зажигания с центробежным или вакуумным корректором опережения. Все вычисления по определению угла опережения происходят в блоке электронного управления, а функция распределителя сводится только к передаче высокого напряжения к соответствующим свечам зажигания (см. рис. 8.11).

Распределитель зажигания установлен на головке цилиндров и имеет привод от распределительного вала двигателя. Крышка распределителя выполнена из пластмассы с графитовым наполнителем и является хорошим экраном от радиопомех, возникающих

в распределителе при работе двигателя. Выступы на крышке распределителя, в которых расположены наконечники высоковольтных проводов выполнены из изолирующего материала.

6 Motronic - подсистема впрыска топлива

1 Частью этой системы впрыска топлива является система L Jetronic, описанная в главе 7 (см. рис. 8.12).

Топливо закачивается роликовым насосом через фильтр с бумажным элементом в топливную магистраль, к которой присоединены форсунки.

Постоянный перепад давлений между выходом насоса и впускным коллектором поддерживается регулятором давления. Для этого одним концом регулятор давления подключен к топливной магистрали, а другим - к коллектору.

- 1 Топливный насос с электроприводом
- 2 Топливный фильтр
- 3 Топливная магистраль
- 4 Топливная форсунка
- 5 Клапан пуска холодного двигателя (устанавливается на всегда)
- 6 Регулятор давления

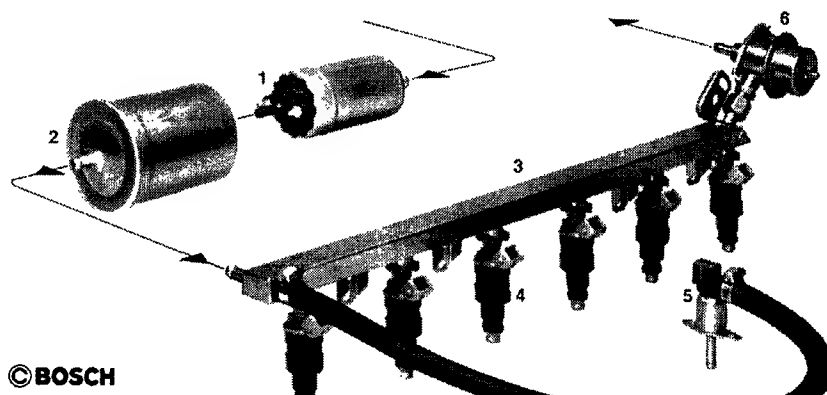


Рис. 8.13. Компоненты системы впрыска топлива

Количество топлива, подаваемого форсункой, зависит не только от давления в магистрали, но и от давления в коллекторе.

2 Компоненты системы показаны на рис. 8.13. Обратите внимание, что на рис. 8.12 и 8.13 указан клапан пуска холодного двигателя, который не требуется для более поздних версий системы Motronic.

3 На некоторых моделях этой системы установлен демпфер пульсаций (гаситель колебаний давления) в сливной магистрали (см. рис. 8.12, п. 6). Он предназначен для уменьшения шума от пульсаций при работе регулятора давления и форсунок (см. рис. 8.14). Поглощение пульсаций давления происходит за счет прогиба подпружиненной диафрагмы.

4 Расход воздуха измеряется соответствующим датчиком, описанным в главе 7. Потенциометр датчика является много-ступенчатым, что обеспечивает линейную зависимость между расходом воздуха и напряжением на выходе потенциометра, которое передается в блок электронного управления (см. рис. 8.15).

Для уточнения массы всасываемого воздуха на основе измеренного объема блок электронного управления использует данные о температуре воздуха.

В некоторых версиях системы установлен электрический датчик измерения массы воздуха с учетом его температуры и давления.

7 Motronic - обработка сигнала системы впрыска топлива

1 Основной переменной для вычислений в блока электронного управления является количество воздуха, подаваемого в соответствующий цилиндр двигателя за рабочий цикл (см. рис. 8.16).

Для этого определяется расход воздуха в воздухозаборнике двигателя, а также определяется частота вращения коленчатого вала.

В процессе вычислений в блоке электронного управления учитываются различные обстоятельства, которые могут иметь место при работе двигателя на холостом ходу и на максимальных нагрузках. Другой режим работы двигателя, в котором блок управления также может изменять подачу топлива в зависимости от обстоятельств, - это пуск двигателя.

2 Система впрыска топлива ограничивается минимальным и максимальным временем впрыска топлива. Минимальное время впрыска топлива ограничивается тем, что ниже этого предела формируется смесь слишком бедного состава, которая не способна к воспламенению. Это могло бы привести к появлению несгоревших углеводородов в выхлопных газах.

Превышение времени впрыска сверх верхнего предела может произойти при резком ускорении, когда заслонка измерения расхода воздуха по инерции проходит устойчивое равновесное состояние. Верхний уровень времени впрыска устанавливается с учетом температуры двигателя.

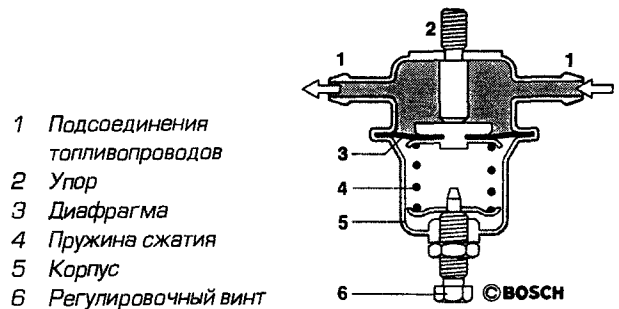


Рис. 8.14. Демпфер пульсаций давления

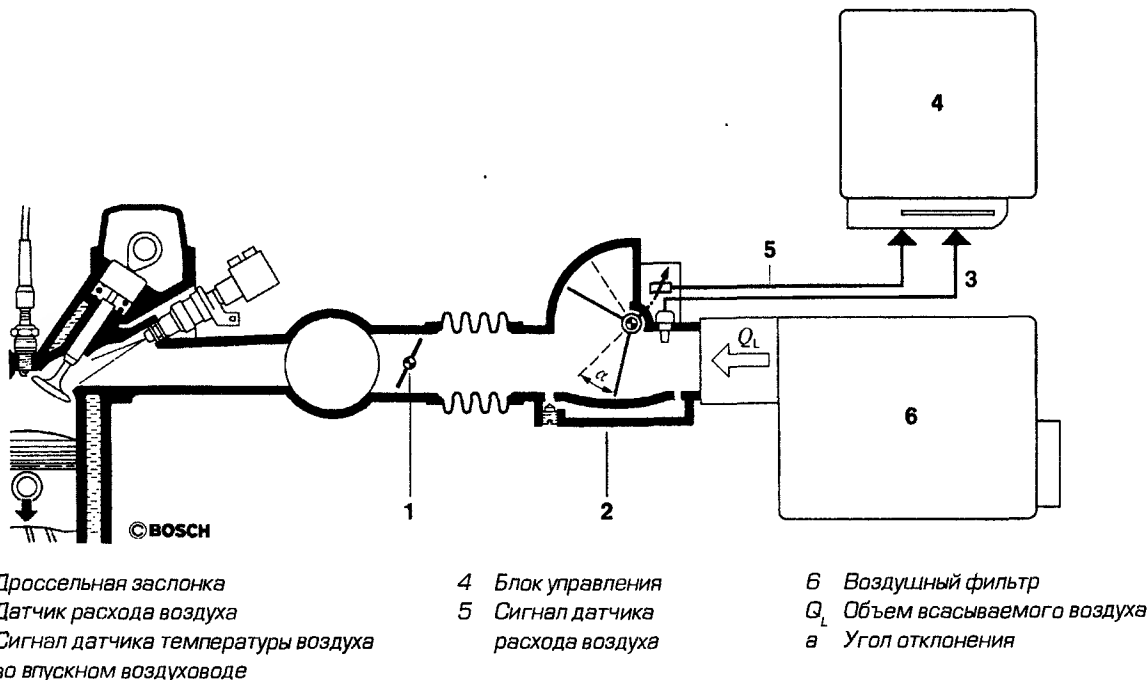


Рис. 8.15. Датчик расхода воздуха во впускном коллекторе

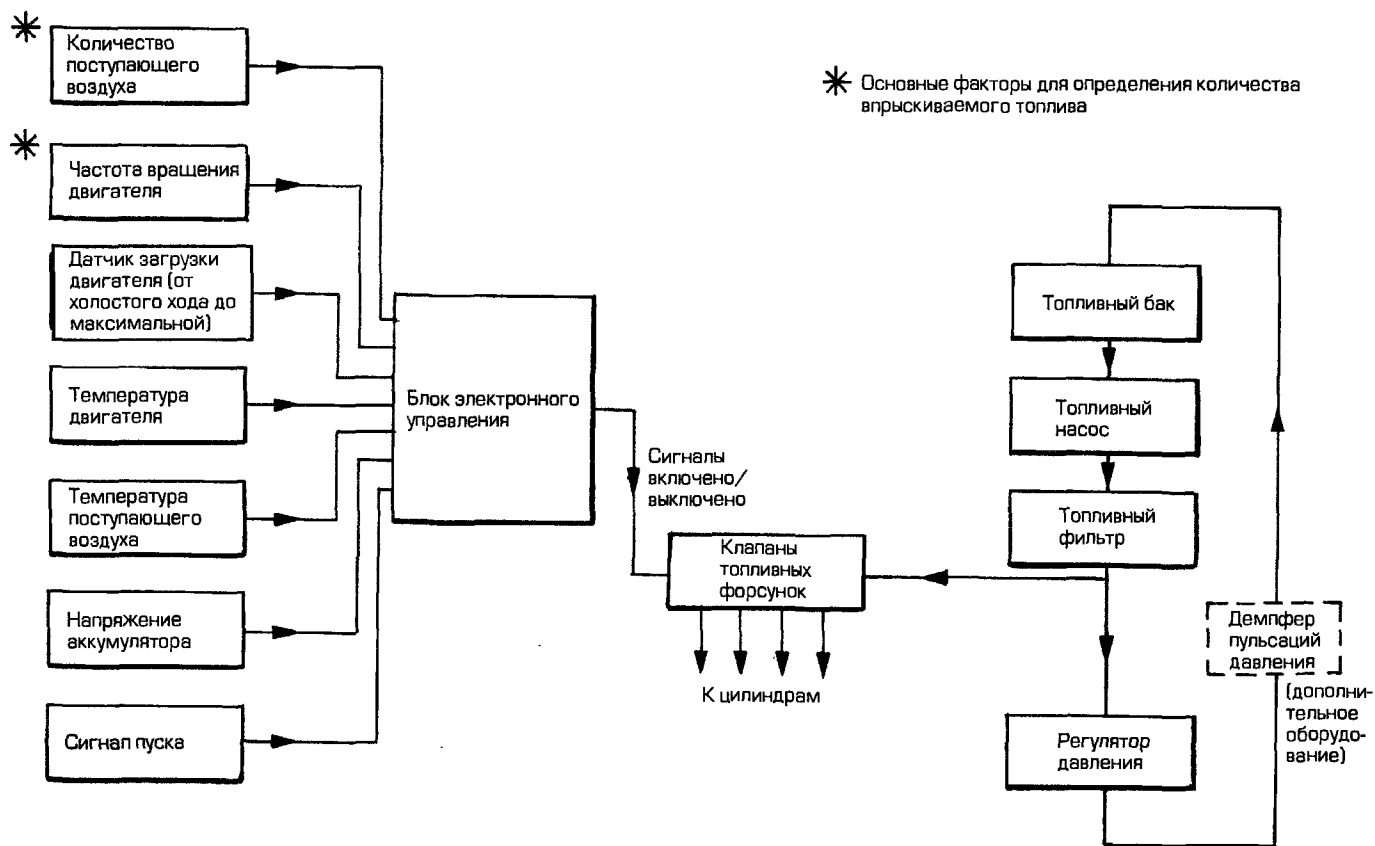


Рис. 8.16. Система управления впрыском топлива

3 Рабочая смесь воздуха с топливом формируется во впускных каналах и в цилиндрах.

Точно отмеренное количество топлива распыляется над впускным клапаном независимо от того, открыт он или нет. Когда впускной клапан открывается, топливо в виде облака втягивается в цилиндр вместе с воздухом. При ходе сжатия происходит интенсивное перемешивание воздуха с топливом, в результате чего образуется однородная рабочая смесь.

4 Специальная коррекция количества впрыскиваемого топлива при пуске холодного двигателя, прогреве и ускорении, а также при работе с максимальной нагрузкой рассмотрена в главе 7.

В поздних версиях системы Motronic имеются отличия при коррекции на холостом ходу - для этого в них используется вращающийся регулятор (см. параграф 4).

Коррекция для различной высоты положения автомобиля над уровнем моря производится при помощи датчика давления воздуха. Блок электронного управления использует эти данные для уточнения показаний датчика расхода воздуха.

В некоторых версиях системы Motronic осуществляется контроль качества используемого топлива. При этом производится корректировка хранящейся в памяти микропроцессора карты "угол опережения-нагрузка-частота вращения двигателя", определенной для стандартного топлива.

Угол опережения зажигания уменьшается для стандартного топлива при работе двигателя с максимальной нагрузкой.

8 Motronic - дополнительные возможности системы

1 **Ограничение максимальных оборотов двигателя** регулируется уменьшением количества впрыскиваемого топлива. Регулировка оборотов двигателя осуществляется с точностью ± 80 об/мин (см. рис. 8.17).

2 **Отсечка подачи топлива** осуществляется в целях безопасности с помощью реле топливного насоса, которое управляется блоком электронного управления. Если обороты двигателя ниже некоторого минимального уровня, реле остается выключенным и

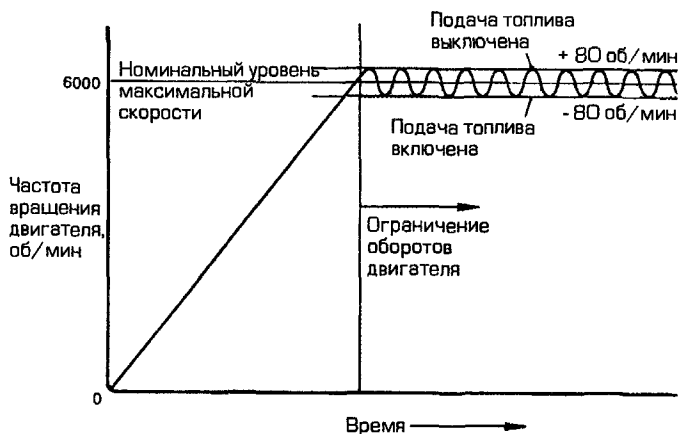


Рис. 8.17. Управление ограничением максимальных оборотов двигателя

топливный насос не работает. Поэтому, если двигатель остановился даже при включенном зажигании, топливо не пойдет к форсункам - это важно в случае аварии.

3 Выключение зажигания. Предназначено для предотвращения перегрева катушки зажигания в том случае, когда зажигание двигателя осталось включенным при не работающем двигателе. Блок электронного управления отключает высоковольтную ступень катушки зажигания в том случае, когда обороты двигателя падают до 30 об/мин.

4 Контроль детонации. Система является работоспособной и без контроля детонации, хотя в последних моделях обычно подключается датчик детонации (более детально это описано в главе 6). В двигателях с турбонаддувом детонация предотвращается за счет уменьшения угла опережения зажигания или частичного шунтирования турбины. В последнем случае это приводит к уменьшению количества воздуха, подаваемого в цилиндры двигателя.

Любое из этих решений не является оптимальным, поскольку уменьшение угла зажигания приводит к повышению температуры выхлопных газов и, следовательно, к перегреву турбины системы турбонаддува, а шунтирование турбины приводит к уменьшению экономичности двигателя. Наиболее удовлетворительные результаты дает одновременное применение этих способов. Эффект от задержки зажигания наступает значительно раньше, чем снижается объем поступающего воздуха при шунтировании турбины (в силу большей инерционности этой системы). Когда эффект шунтирования вступает в силу, угол опережения зажигания возвращается к первоначальному значению.

5 Рациркуляция отработанных газов (повторное сжигание отработанных газов). В настоящее время эта система получила повсеместное распространение в США и Японии. По прогнозам специалистов вскоре эта система будет устанавливаться на автомобилях стран Европы.

Некоторое количество выхлопных газов направляется вновь в воздухозаборник и повторно сжигается. Это приводит к уменьшению концентрации окиси азота (NO_x) за счет уменьшения температуры сгорания рабочей смеси. Однако эта мера ухудшает

управляемость двигателя на холостом ходу, при малых скоростях движения под нагрузкой, а также при холодном двигателе.

Для компенсации этих явлений на двигателях, оборудованных системой рециркуляции отработанных газов, вводится коррекция в карту блока электронного управления. При этом происходит управление пневмоклапаном, который открывается на различный угол в зависимости от внешних условий (см. рис. 8.18).

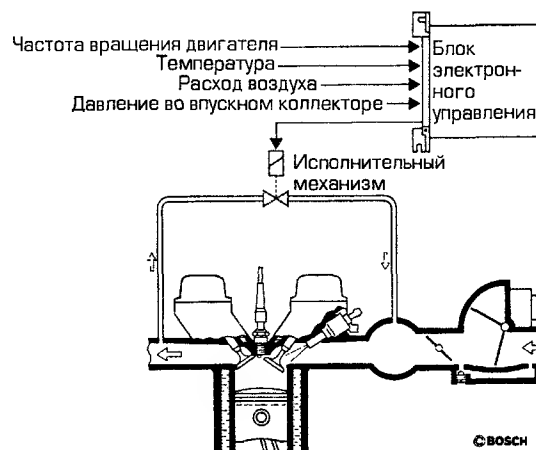


Рис. 8.18. Управление системой рециркуляции отработанных газов

6 Датчик содержания кислорода в выхлопных газах (лямбда-зонд). Датчик содержания кислорода в выхлопных газах используется в системе Motronic для корректировки управления двигателем. Более подробно функции этого датчика описаны в главе 7.

7 Электрически управляемая дроссельная заслонка. Механическая связь между педалью управления подачей топлива и дроссельной заслонкой может быть заменена потенциометром, соединенным с педалью управления подачей топлива.

Напряжение с потенциометра подается в блок электронного управления, который посылает сигнал исполнительному механизму дроссельной заслонки.

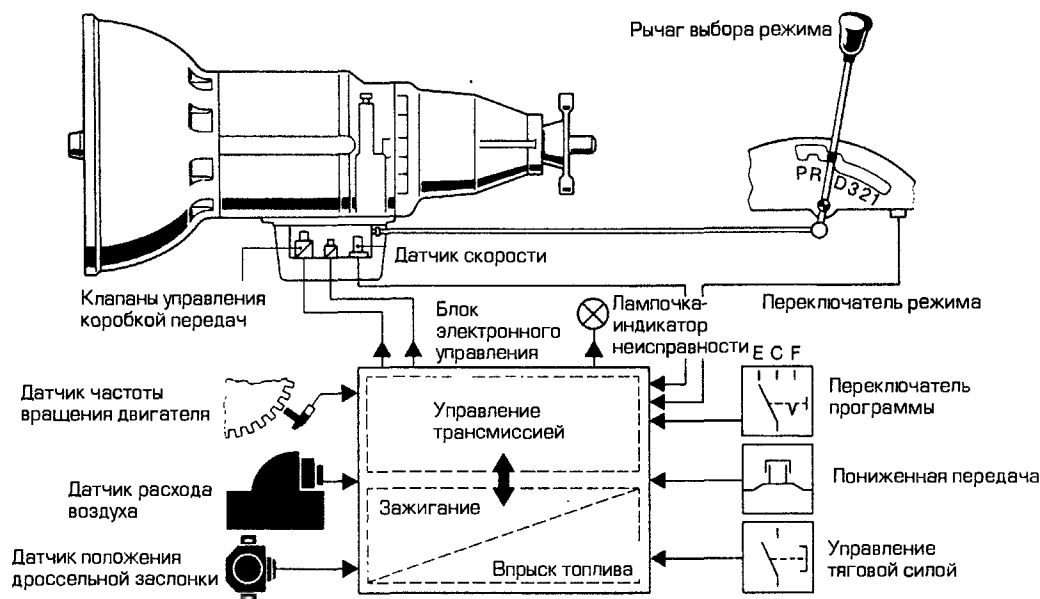


Рис. 8.19. Управление автоматической коробкой передач

Исполнительный механизм поворачивает дроссельную заслонку в необходимое положение. Эта система может быть дополнена системой поддержания постоянной скорости движения.

8 Система управления автоматической коробкой передач. Система Motronic имеет возможность управления автоматической коробкой передач. Это позволяет дополнительно повысить топливную экономичность, крутящий момент, а также долговечность коробки передач.

Для управления коробкой передач используются следующие параметры: расход воздуха в воздухозаборнике, частота вращения двигателя, положение дроссельной заслонки, частота вращения выходного вала коробки передач. Кроме того учитываются характеристические карты и положение переключателя на пониженную передачу.

Блок электронного управления формирует управляющие сигналы регулятору давления трансмиссии и электромагнитным клапанам системы переключения передач. Записанные в память блока электронного управления программы управления автоматической коробкой передач более эффективны, чем гидравлическая система управления коробкой передач.

В памяти процессора системы Motronic могут быть записаны различные программы для управления автоматической коробкой передач, направленные на увеличение экономичности либо приемистости автомобиля в зависимости от пожеланий водителя.

Система Motronic позволяет уменьшить угол опережения зажигания (тем самым уменьшая крутящий момент) для повышения плавности переключения передач. Блок-схема этого устройства показана на рис. 8.19.

9 Блок электронного управления

1 Блок электронного управления представляет собой цифровое вычислительное устройство. Более подробно эти устройства описаны в главе 6.

Преимущество управления впрыском топлива и моментом зажигания при помощи единого блока заключается в одновременной обработке показаний всех датчиков. Компоновка блока электронного управления представлена на рис. 8.20.

2 Сигналы некоторых датчиков представляются в аналоговой форме, поэтому для последующей обработки в блоке электронного управления производится конвертирование аналоговых показаний в цифровой эквивалент. Для этой цели аналоговые показания (такие, как напряжение аккумулятора, показания температурных датчиков и т.п.) преобразуются в импульсы.

3 Датчики, которые посылают сигналы в импульсной форме (датчик скорости вращения двигателя и датчик положения коленчатого вала) подключаются к блоку формирователя импульсов.

В этом блоке происходит формирование узких прямоугольных импульсов, пригодных для обработки микропроцессором.

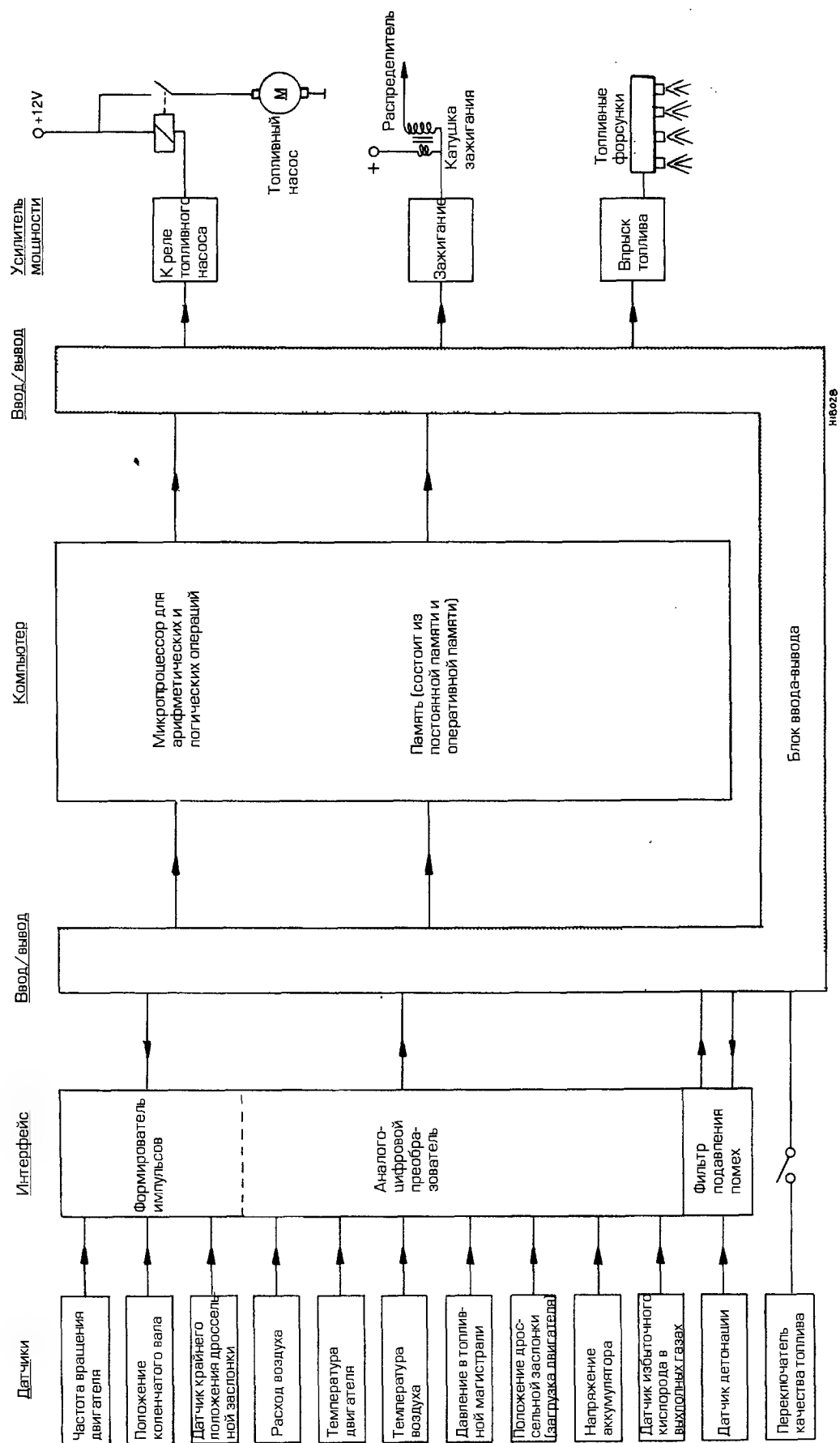


Рис. 8.20. Блок-схема системы управления двигателем Motronic

Глава 9 Свечи зажигания

Оглавления

Свеча зажигания.....	1
Устройство	2
Температурный диапазон.....	3
Проверка свечей зажигания.....	4
Установке угле опережения зажигания.....	5

Типы свечей зажигания.....	6
Коронный разряд и пробой свечи	7
Обслуживание свечей зажигания	8
Запальные свечи для дизельного двигателя	9

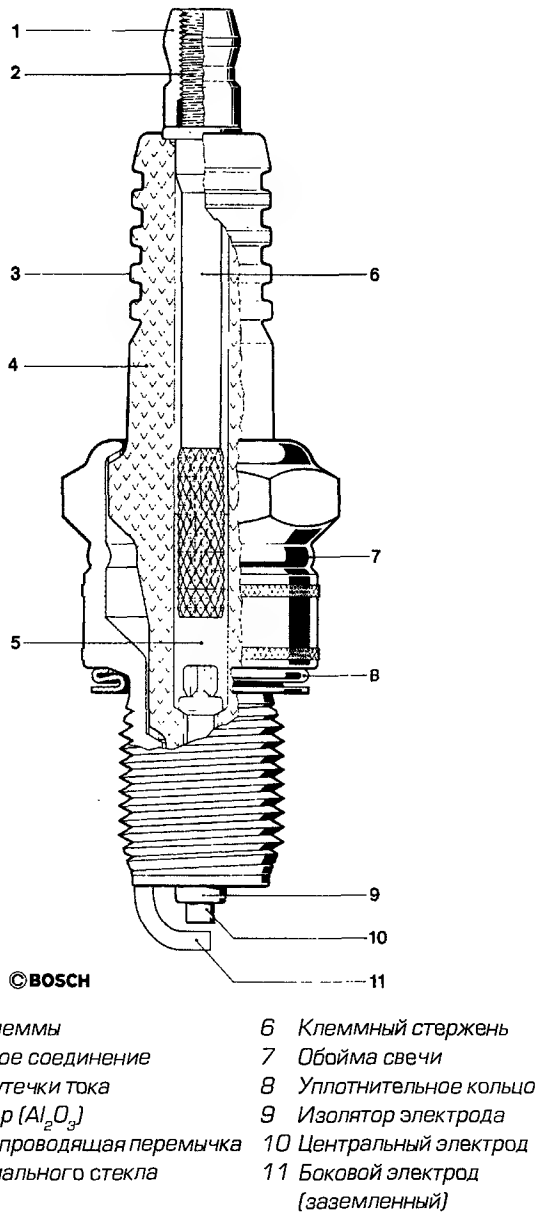


Рис. 9.1. Устройство свечи зажигания

1 Свеча зажигания

1 В принципе, свече зажигания представляет собой устройство, состоящее из двух электродов, расположенных внутри цилиндра двигателя. Высокое напряжение, обеспечиваемое системой зажигания, приводит к возникновению искры между электродами, которая воспламеняет топливно-воздушную смесь.

Свеча зажигания была изобретена Джоном Ленуаром в 1860 году и не претерпела значительных внешних изменений, хотя современная свеча зажигания является результатом многочисленных исследований и экспериментов.

2 Свече зажигания работает внутри камеры сгорания в очень неблагоприятных условиях. Например, температура в камере сгорания может достигать 2500°C, а давление - 50 атм.

Кроме того, при работе двигателя свеча зажигания подвержена резким изменениям температуры и давления от температуры сгорания рабочей смеси до относительно низкой температуры, которую имеет свежая рабочая смесь.

Таким образом, свеча зажигания должна функционировать при высоких нагрузках, вибрации, а также в агрессивной среде.

2 Устройство

1 Свеча зажигания состоит из трех основных компонентов - обоймы, электродов и изолятора (см. рис. 9.1).

Изолятор

Изолятор препятствует утечке тока высокого напряжения в пределах корпуса свечи. Кроме того, изолятор способствует рассеиванию тепла и частично определяет "температурный диапазон" свечи зажигания.

Изолятор изготавливается из оксида алюминия (Al₂O₃) со специальным наполнителем. В процессе обработки изолятор проходит обжиг при высокой температуре, при котором происходит усадка изолятора (примерно на 20%) (см. рис. 9.2). Наружная часть изолятора покрывается специальной глазурью для предотвращения налипания грязи, которая способствовала бы утечке тока. Эффективная длина изолятора увеличивается за счет применения пяти ребер, дополнительно препятствующих утечке тока. В изоляторе размещен центральный электрод и клеммный стержень.

В конечном итоге, изолятор должен обладать следующими свойствами:

- (а) Механическая прочность
- (б) Высокое сопротивление
- (в) Хорошая теплопроводность

Обойма

Обойма свечи изготавливается из стали и имеет резьбу для ввинчивания свечи в головку цилиндров и шестигранник для специального ключа.

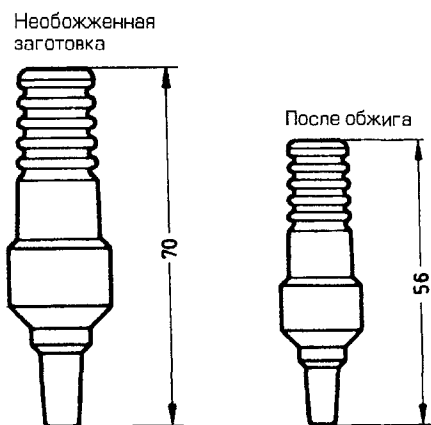
Поверхность обоймы никепируется, во-первых, для предотвращения коррозии и, во-вторых, для предотвращения "присыхания" резьбы, что имеет особенно важное значение, поскольку головке цилиндров изготавливается из мягкого сплава.

Изолятор запрессовывается в обойму, предварительно нагретую до высокой температуры с большим натягом.

Электроды

Выбор материала, из которого изготавливаются электроды имеет большое значение для обеспечения хорошей работы свечи. Они должны обеспечивать возникновение искры, быть стойкими к высокой температуре и воздействию агрессивной среды.

Крепление центрального электрода может осуществляться многими способами. Фирма Bosch для этого применяет специальное электропроводящее стекло, а фирмы NGK и Champion - порошковое уплотнение, которое заполняет зазоры между электродом и изолятором и между изолятором и стальным корпусом.



©BOSCH

Рис. 9.2. Изолятор свечи до и после обжига



Рис. 9.4. Сгорание электродов свечи при "кепильном" зажигании

Наиболее подходящим материалом для электродов считается никель, хотя некоторые свечи имеют медные электроды, покрытые никелем, что улучшает теплоотвод благодаря хорошей теплопроводности меди.

Боковой электрод приварен к обойме и обычно имеет прямоугольное сечение.

Фирмой Champion применяются медные электроды, причем боковой электрод имеет трепециевидное сечение для увеличения площадки, на которой просекивает искра.

Эта мера уменьшает температуру электродов приблизительно на 100°C по сравнению со свечами, имеющими никелевые электроды (см. рис. 9.3). Кроме того, за счет уменьшения сопротивления электродов имеется возможность для увеличения зазора между электродами на 0,15 мм по сравнению с обычными свечами.

В настоящее время считается доказанным, что увеличение зазора между электродами способствует облегчению пуска двигателя, а также увеличению эффективности сгорания, особенно при работе двигателя на бедной рабочей смеси.

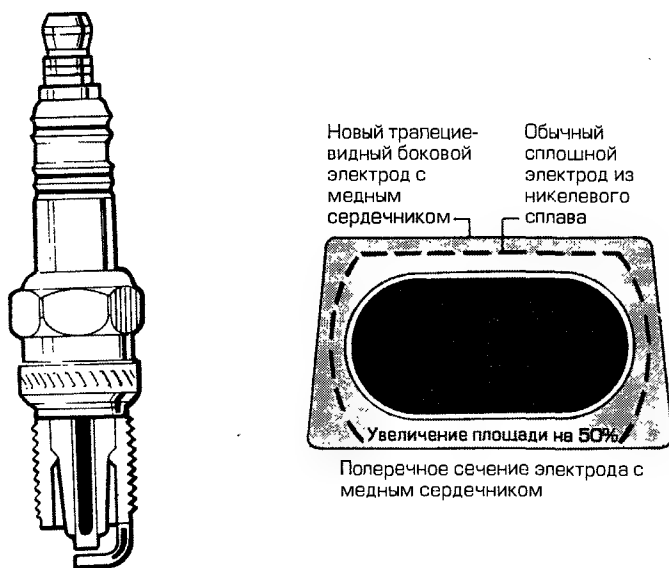


Рис. 9.3. Свече Champion с медными электродами

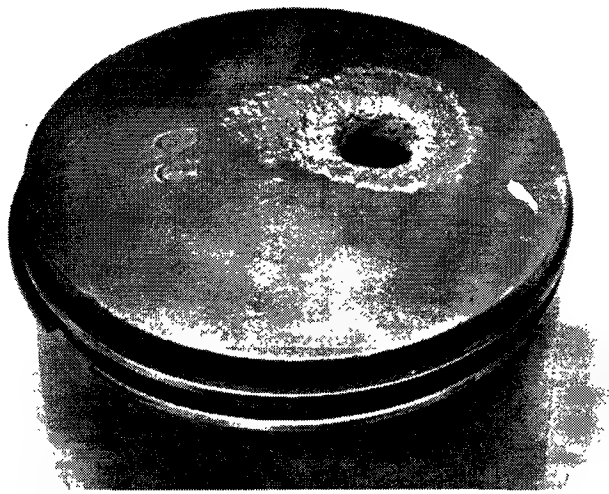


Рис. 9.5. Прогер днище поршня при "кепильном" зажигании

3 Температурный диапазон

1 При работе двигателя температура на электродах свечи составляет 400°C ... 800°C . При температуре ниже 400°C на электродах остаются продукты неполного сгорания, а при температуре выше 800°C происходит окисление и сгорание электродов. При температуре выше 950°C электроды свечи раскаляются и наступает "калильное" зажигание, при котором происходит преждевременное воспламенение рабочей смеси. Это вызывает поломку свечи и прогар днища поршня (см. рис. 9.4, 9.5 и 9.6).

2 Проведенные измерения теплоотводе от свечи показали, что приблизительно 91% тепла отводится за счет теплопроводности к корпусу головки цилиндров, а 9% отводится за счет излучения и конвекции с наконечника свечи (см. рис. 9.7).

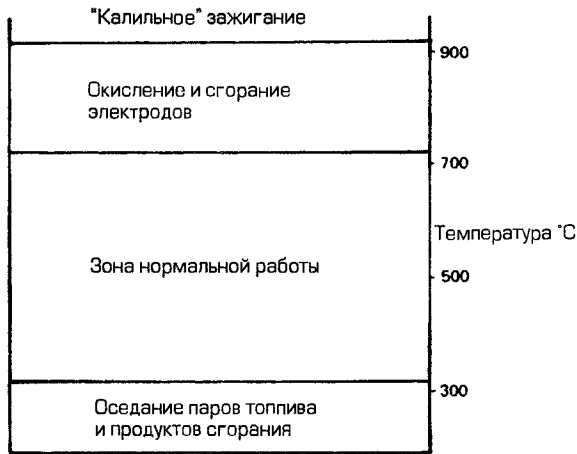


Рис. 9.6. Температурный диапазон работы свечи

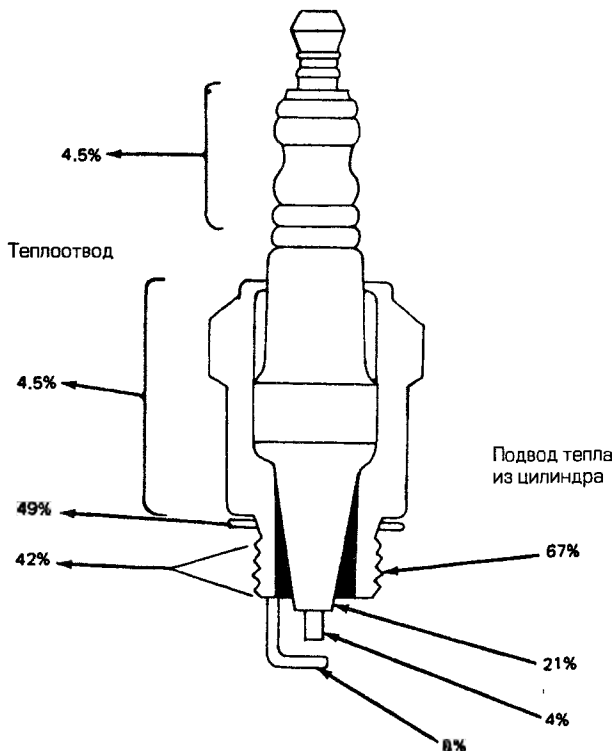


Рис. 9.7. Теплоотвод со свечи зажигания

3 На приведенной выше схеме не учитывается теплоотвод за счет подачи свежей рабочей смеси. На этой схеме представлена лишь общая картина распределения теплоотвода. Из анализе этой схемы видно, какие параметры в большей или меньшей степени ответственны за отвод тепла. Например, через уплотнительную прокладку свечи отводится до 49% тепла, таким образом правильная затяжка свечи в головке цилиндров способствует увеличению срока службы последней.

4 Очевидно, что одна и та же свеча не может быть пригодна для всех условий эксплуатации автомобиля. Некоторые производители различают свечи для езды по внутригородскому циклу и для загородных поездок. Наиболее важные размеры обычно указываются на нижнем конце свечи (они показаны на рис. 9.8). Перед установкой новой свечи всегда необходимо убедиться, что эти характеристики корректны.

5 Это существенно для правильного расположения электродов свечи внутри цилиндра. Если свеча слишком коротка, рабочая смесь будет воспламеняться в менее благоприятных условиях, что приведет к сбоям в работе двигателя и увеличению продуктов неполного сгорания; при достаточно долгой работе двигателя может наступить перегрев электродов и резьбового соединения (см. рис. 9.9).

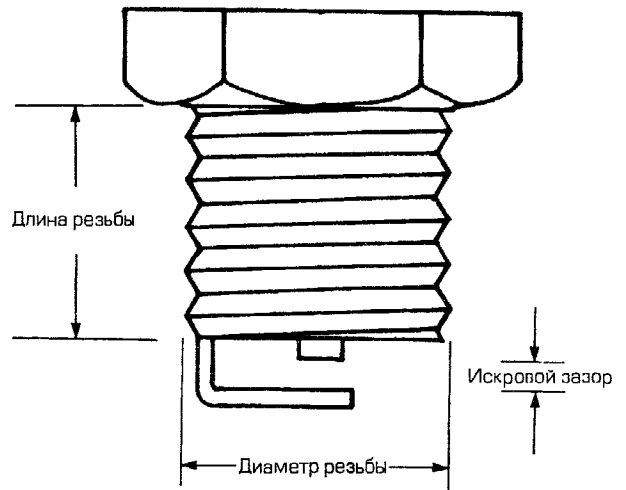


Рис. 9.8. Основные размеры свечи зажигания

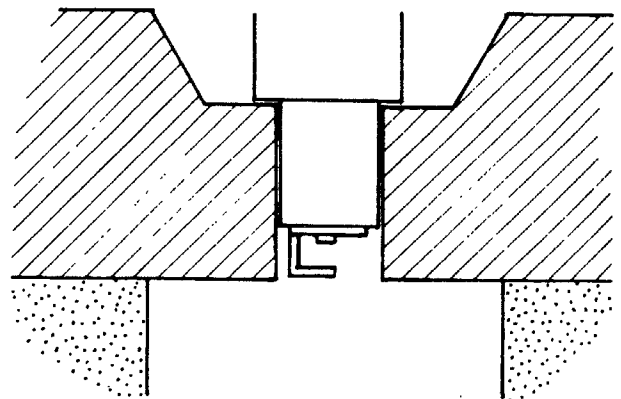


Рис. 9.9,а. Слишком короткая резьба

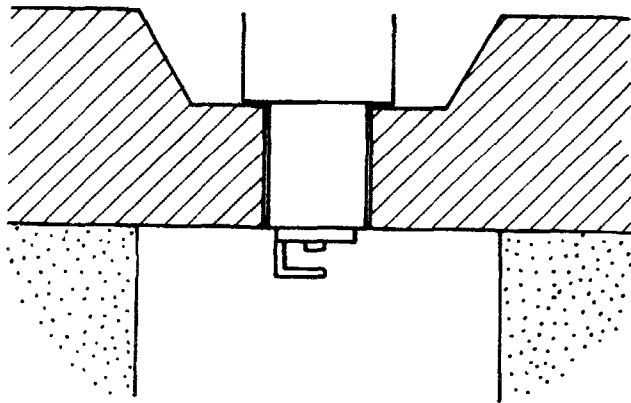


Рис. 9.9,б. Нормальная свеча

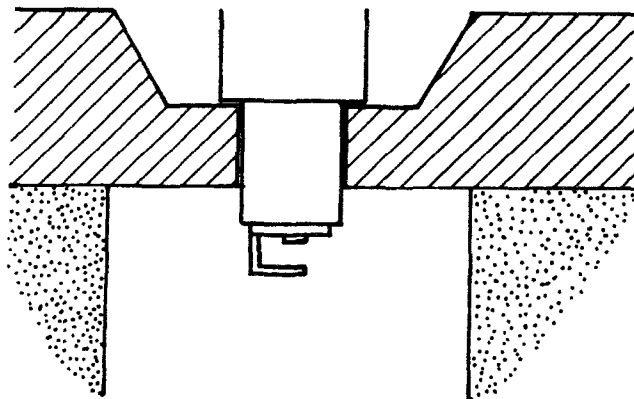


Рис. 9.9,в. Слишком длинная свеча

6 Тепло с центрального электрода в основном рассеивается через изолятор и далее через обойму в головке цилиндров. Через сам электрод (длинный и тонкий) тепла рассеивается меньше (см. рис. 9.10).

7 В двигателе с высокой степенью сжатия температурный режим работы более напряженный, поэтому для такого двигателя требуются свечи с высокой способностью к отводу тепла. Наоборот, для двигателя с низкой степенью сжатия, где температура в камере сгорания ниже, требуются более горячие свечи для того, чтобы предотвратить образование масляных отложений (см. рис. 9.6).

Существует простое правило:

Для горячего двигателя нужны холодные свечи

Для холодного двигателя нужны горячие свечи

Примечание: Иногда горячие свечи называют "мягкими", а холодные - "жесткими".

8 Рабочая температура свечи зависит от четырех факторов (см. рис. 9.11):

- (а) Материал, из которого изготовлены электроды свечи. Электроды с медным сердечником обладают более высокой способностью к теплоотводу.
- (б) Длина изолятора центрального электрода. Длиной изолятора считается расстояние от конца изолятора до места, где он соединяется с теплоотводящей поверхностью.
- (в) Длина, на которую изолятор выступает внутрь камеры сгорания. Она связана с эффектом дополнительного охлаждения свежей рабочей смесью. Однако при этом необходимо применение дополнительных мер от загрязнения изолятора.
- (г) Расстояние от изолятора центрального электрода до обоймы является очень важным, так как оно определяет объем, в котором циркулируют газы. Именно в этом месте происходит основной теплообмен между горячими газами и поверхностью изолятора.

Увеличение этого объема препятствует загрязнению свечи продуктами неполного сгорания (при низкой температуре).

Увеличение зазора между электродами увеличивает срок службы свечи, так как при этом между электродами может накопиться больше отложений прежде, чем свеча выйдет из строя.

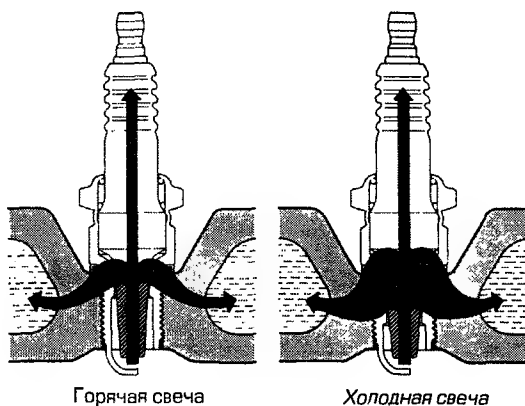


Рис. 9.10. Теплоотвод от горячей и холодной свечей

4 Проверка свечей зажигания

1 Внимательный осмотр свечей зажигания может помочь оценить состояние двигателя и правильность его регулировки. На цветных фотографиях представлено несколько примеров загрязнения свечей зажигания.

5 Установка угла опережения зажигания

1 Неправильная установка угла опережения оказывает значительное влияние на температуру свечи.

При увеличении угла опережения сверх пределов, указанных в спецификации, может наблюдаться некоторое увеличение мощности двигателя, однако, это приводит к непропорциональному повышению температуры свечи. При увеличении нагрузки на двигатель это приведет к возникновению дополнительных проблем (см. рис. 9.12).

6 Типы свечей зажигания

1 Посадочная поверхность свечи может быть либо плоской (с шайбой), либо конической (см. рис. 9.13).

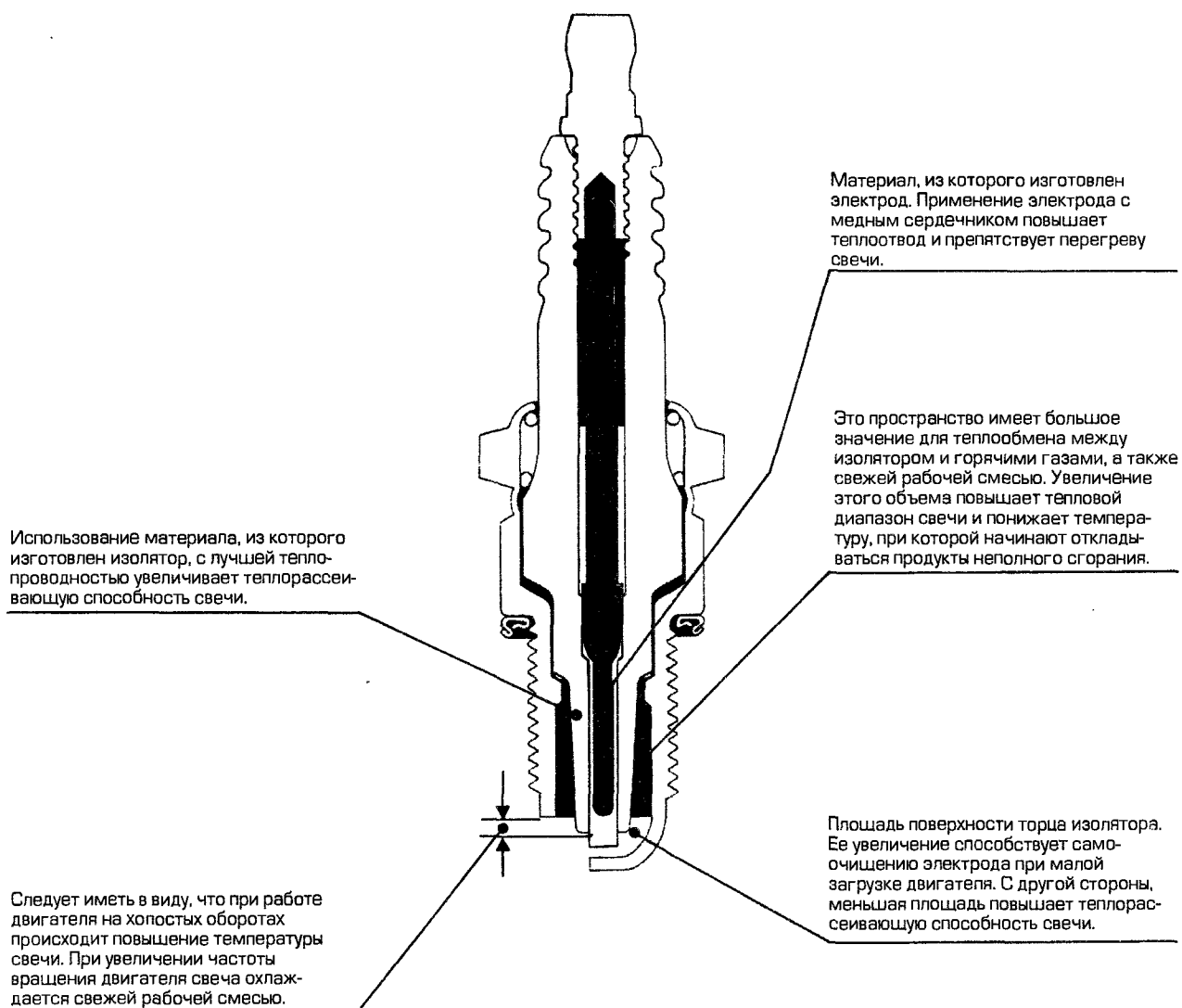


Рис. 9.11. Влияние различных факторов на "тепловой диапазон" свечи

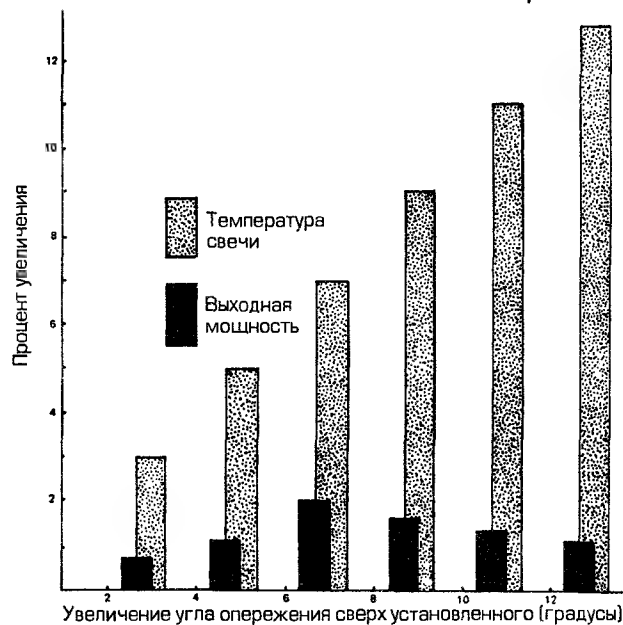


Рис. 9.12. Влияние угла опережения на мощность двигателя и температуру свечи

Плоская поверхность с шайбой (слева)
и конической поверхностью без шайбы (справа)

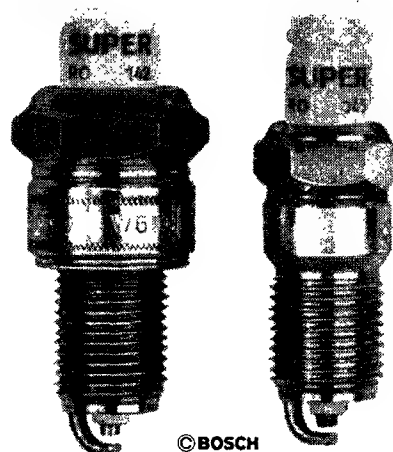
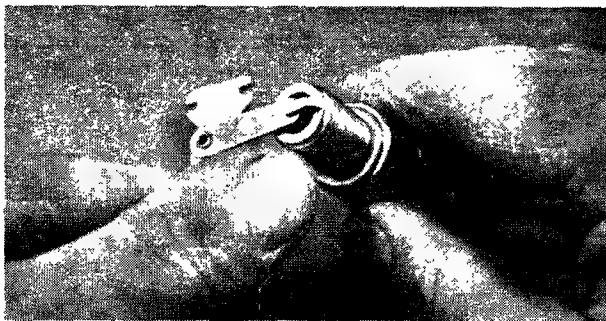
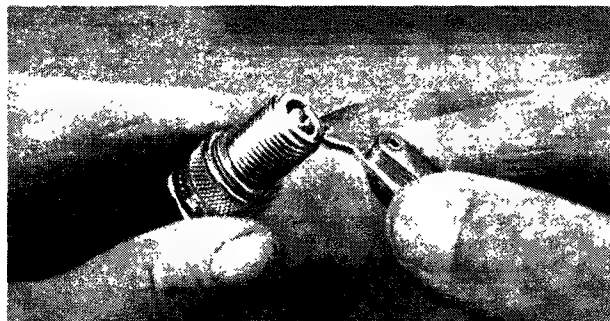


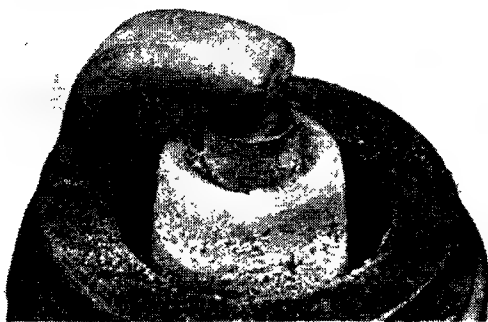
Рис. 9.13. Свеча с плоской (слева) и конической поверхностью



Измерение зазора между электродами. Для измерения зазора используйте специальный щуп, толщина которого должна соответствовать спецификации. Щуп должен проходить между электродами с легким сопротивлением. При необходимости отрегулируйте зазор.



Нормальная свеча. Отложения на электродах серо-коричневого цвета. Зазор увеличивается приблизительно на 0,025 мм за 1600 км. Свеча соответствует двигателю и двигатель находится в хорошем состоянии.



Масляная пленка. Влажные масляные отложения на электродах. Приводят к ухудшению искрообразования и, в конечном итоге, к сбою зажигания. Неисправность, возможно, заключается в чрезмерном износе поршневых колец или втулок клапанов; иногда такая пленка может возникать при длительных попытках пуска двигателя. После очистки свеча может быть использована повторно.



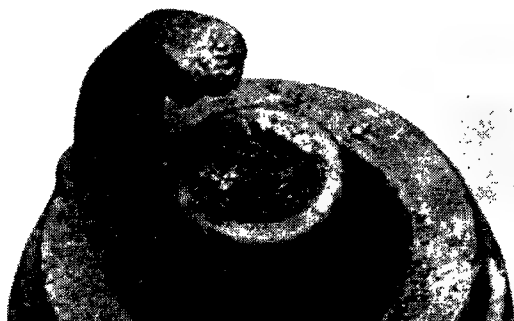
Разрушение электродов. Боковой и центральный электроды полностью сгорели. Основная причина неисправности: преждевременное воспламенение. Проверка такая же, как для **перегрева**, хотя причины могут быть более серьезными. Необходимо убедиться в работоспособности поршневой группы и клапанного механизма.



Регулировка зазора между электродами. Регулировка зазора производится отгибанием или подгибанием бокового электрода. Во избежание поломки, пользуйтесь только предназначенными для этого инструментами.



Образование нагара. Отложения сухие, черные. Приводят к ослаблению искры и сбою в системе зажигания. Причина неисправности: чрезмерно богатая смесь. Отрегулируйте карбюратор. Проверьте исправность дроссельной заслонки и замените воздушный фильтр. После очистки свеча может быть использована повторно.



Перегрев. Электроды чистые, поверхность изолятора центрального электрода белого цвета. Неисправность: перегрев свечи. Проверьте соответствие размеров свечи Вашему двигателю, установку зажигания, применяемый бензин (скорее всего его октановое число слишком низкое) и состав рабочей смеси (слишком бедная смесь). Исправьте неисправность и замените свечи.



Поломка изолятора центрального электрода. Первоначально на изоляторе может быть трещина, хотя заметить ее можно только после очистки. Причина неисправности: раннее зажигание или неправильный зазор между электродами. Проверьте установку момента зажигания, исправность системы охлаждения, применяемый бензин (скорее всего его октановое число слишком низкое) и состав рабочей смеси (слишком бедная смесь). Исправьте неисправность и замените свечи.

Свечи с плоской посадочной поверхностью устанавливаются с шайбой, которая необходима для обеспечения надежного уплотнения обоймы свечи в корпусе двигателя. Слишком слабая затяжка свечи приводит к перегреву свечи и возникновению "каильного" зажигания, поскольку ухудшается теплоотвод от свечи. Слишком сильная затяжка может вызвать поломку резьбового соединения свечи с головкой цилиндров. Для правильной затяжки ознакомьтесь с разделом "Обслуживание свечей".

Свеча с конической посадочной поверхностью не требует применения шайбы и имеет меньшие размеры обоймы. В последнее время эти свечи становятся все более популярными. При их затяжке следует проявить большую осторожность (см. раздел "Обслуживание свечей").

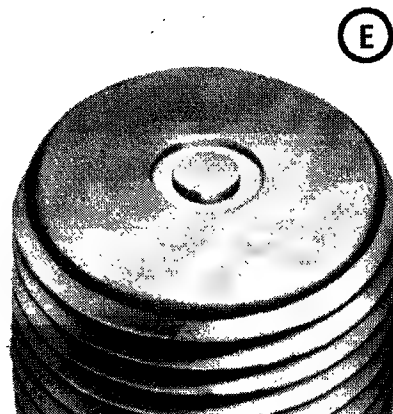
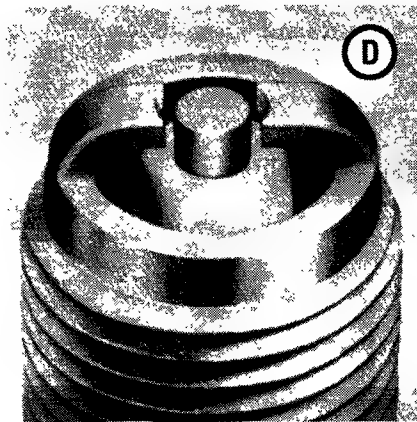
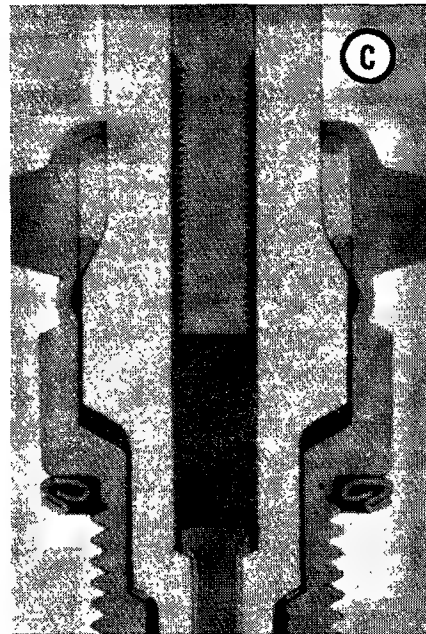
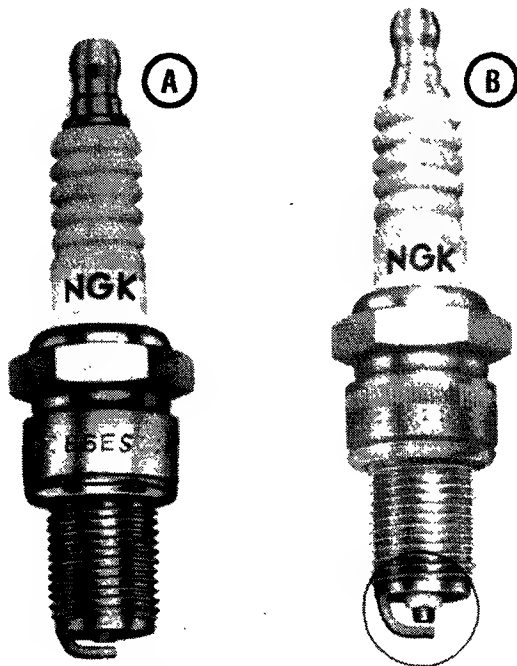
2 **Стандартная** свеча имеет центральный электрод, конец которого находится в одной плоскости с торцом обоймы (см. рис. 9.14,е).

Стандартный изолятор центрального электрода характерен для устаревших моделей.

3 Свеча с **выступающим изолятором** центрального электрода (см. рис. 9.14,б). Использование этих свечей требует защиты от загрязнения при низкой температуре сгорания и мер по предотвращению перегрева свечи, так как температура свечи после пуска холодного двигателя поднимается значительно быстрее, чем у стандартной. Преимущество такой свечи заключается в том, что у нее быстрее достигается температура самоочистки от продуктов неполного сгорания.

При высоких оборотах двигателя свеча охлаждается свежей рабочей смесью. Этот тип свечей характерен для современных автомобильных двигателей.

4 Свеча с **резистором**. Свеча такого типа снабжена дополнительным угольным резистором порядка 5кОм между центральным



А Стандартная свеча

Б Свеча с выступающим изолятором центрального электрода

В Свеча с резистором

Г Свеча с двумя боковыми электродами

Д Свеча с поверхностным разрядом

Рис. 9.14. Типы свечей зажигания

электродом и наконечником свечи. Применение резистора способствует уменьшению радиопомех при работе двигателя. Это решение продиктовано тем, что наибольший эффект подавления помех достигается за счет установки резистора как можно ближе к источнику помех - свече зажигания (см. рис. 9.14,в).

Этот тип свечей в течение нескольких лет является основным на моделях автомобилей фирм General Motors и Ford.

5 Свеча с двумя боковыми электродами. В основном, используется в роторных двигателях, имеющих более интенсивный тепловой режим, чем в поршневых двигателях. Свечи с двумя боковыми электродами имеют меньший зазор, что приводит к уменьшению концентрации окиси углерода в выхлопных газах (см. рис. 9.14,г).

6 Свечи с поверхностным разрядом разработаны для систем зажигания с разрядом конденсатора. Они хорошо зарекомендовали себя, устойчиво работая даже при сильном загрязнении (см. рис. 9.14,д).

7 Коронный разряд и пробой свечи

1 Если наконечник свечи влажный или сильно загрязнен, то при работе двигателя в темноте можно заметить голубое свечение вокруг высоковольтного наконечника свечи. Это происходит вследствие ионизации воздуха, который расщепляется на положительно заряженные ионы и электроны под действием высокого напряжения. Это явление известно как "коронный разряд".

2 Если коронный разряд достигает корпуса двигателя, возникновение искры становится невозможным, что приводит к перебоям в работе двигателя (см. рис. 9.15).

3 Иногда на изоляторе свечи появляется пятно, похожее на утечку продуктов сгорания (см. рис. 9.16). Это пятно появляется как следствие коронного разряда, а окраска изолятора связана с притяжением частиц масла. Это пятно не ухудшает изоляционные качества свечи, так как масло имеет плохую электропроводность.

8 Обслуживание свечей зажигания

1 Свечи необходимо осматривать не реже, чем через каждые 5000 км и очищать их. Следует иметь в виду, что даже свечи, которые эксплуатируются надлежащим образом, периодически приходится заменять.

В зависимости от условий эксплуатации автомобиля средний срок службы свечей зажигания составляет от 10000 до 16000 км.

2 Чистку свечей можно осуществлять вручную, хотя твердые отложения удаляются лучше при помощи пескоструйного аппарата. После этого свечу необходимо продуть сжатым воздухом.

3 Для чистки вручную лучше всего подходит мягкая проволочная щетка, при помощи которой очищаются электроды и изолятор центрального электрода. Жесткая проволочная щетка не годится, так как ею легко повредить электроды свечи. После очистки необходимо убедиться, что на свече не остались куски проволоки.

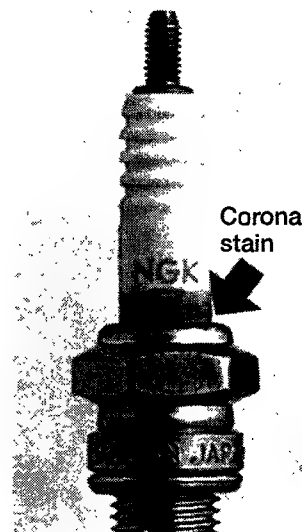


Рис. 9.16. Коронное пятно на изоляторе

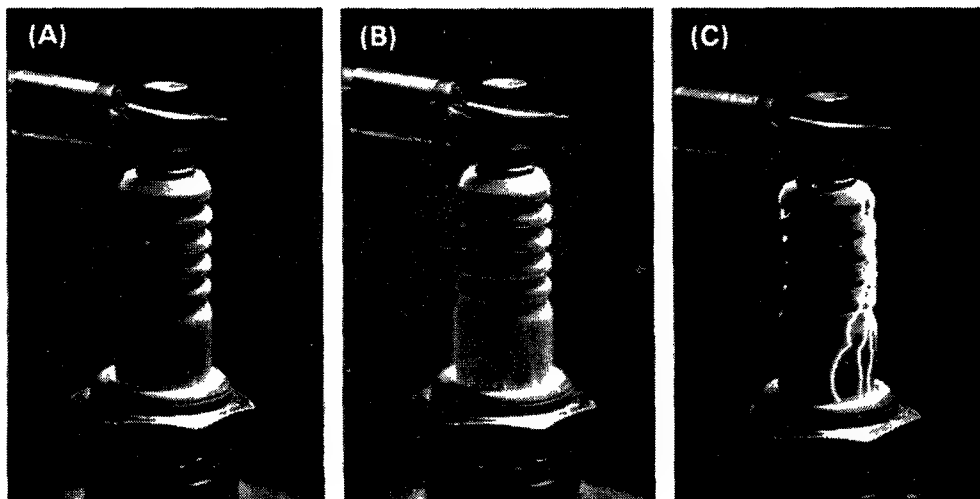


Рис. 9.15. Коронный разряд и пробой свечи

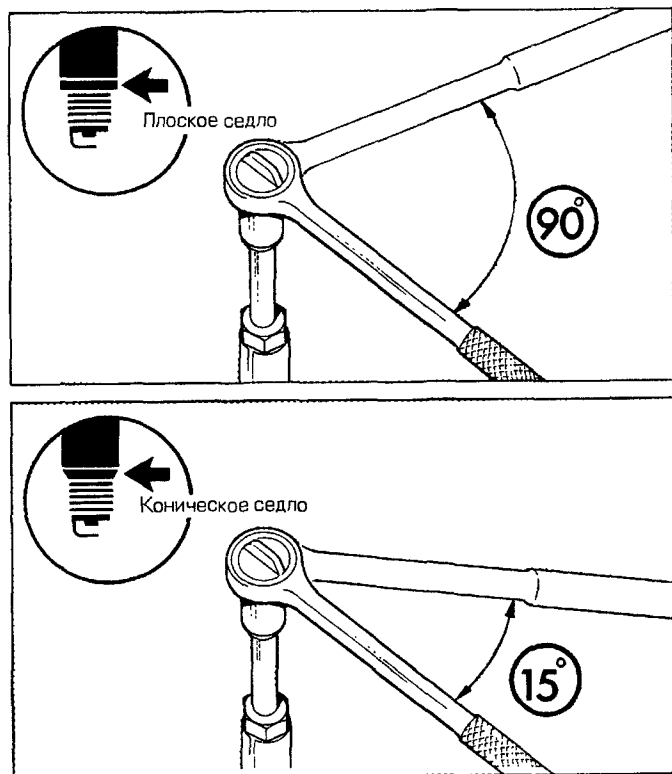


Рис. 9.17. Затяжка свечей зажигания

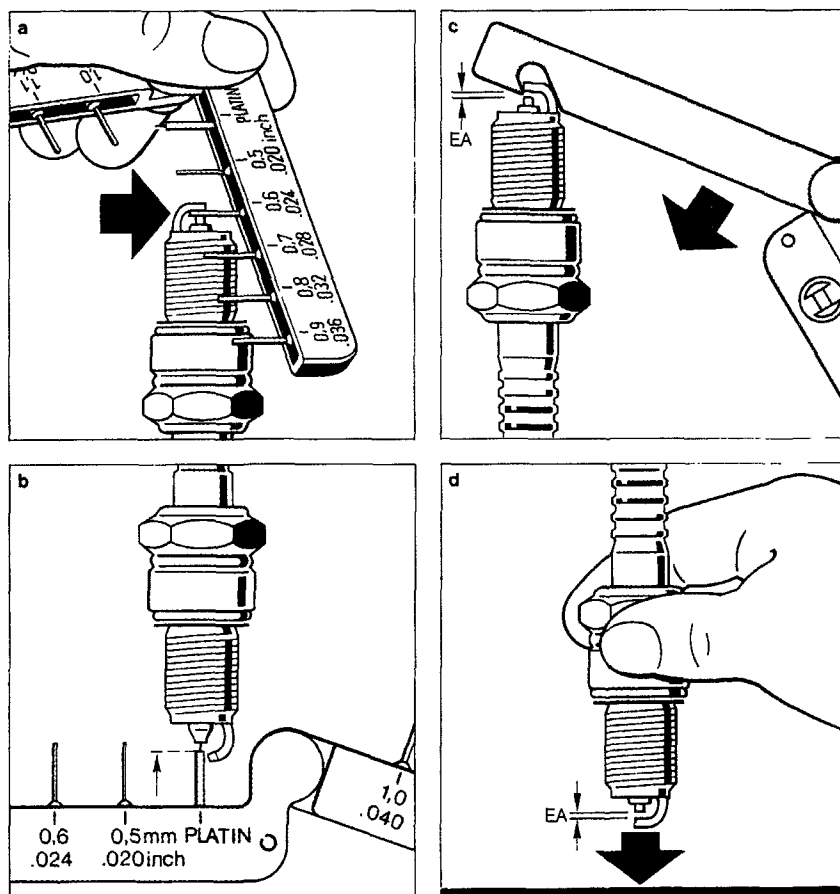
После этого протрите свечу тампоном, смоченным метиловым спиртом для удаления всех инородных частиц.

4 При снятии свечи, отверните ее на несколько оборотов, затем удалите все следы грязи и ржавчины вокруг. Эти меры необходимы для предотвращения попадания инородных частиц внутрь двигателя.

5 При установке свечи на двигатель следует проявить осторожность, чтобы не повредить резьбу в головке цилиндров. Очистите резьбу на свече при помощи щетки из латунной проволоки, затем смажьте резьбу и осторожно вверните свечу. Если при заворачивании свечи Вы почувствуете повышенное сопротивление, немедленно выверните свечу и попробуйте снова. Только одна фирма-производитель свечей зажигания (Bosch) гарантирует, что ее новые свечи уже имеют смазку на резьбе. Поэтому при установке новой свечи всегда смазывайте резьбу на свече.

Свечи зажигания следует заворачивать определенным крутящим моментом, хотя на практике это требование почти никогда не выполняется. Если у Вас нет динамометрического ключа, выполняйте следующие правила при затяжке свечей зажигания (см. рис. 9.17):

(а) **Свечи с плоской посадочной поверхностью.** Заверните свечу вручную, насколько это возможно. Заворачивайте свечу при помощи ключа до тех пор, пока не почувствуете сопротивление. После этого поверните ключ еще на 90° для новой свечи или на 30° для свечи, бывшей в употреблении.



- а) Измерение зазора между электродами. Калибр подходящего диаметра должен проходить между электродами свечи с некоторым сопротивлением.
- б) Проверка при помощи провода. Отогните боковой электрод платиновой свечи и вставьте тонкий провод в центральный электрод свечи. Если провод входит до упора пластмассового ограничителя в электрод, такая свеча нуждается в замене.
- в) Увеличение зазора между электродами специальным приспособлением.
- г) Для уменьшения зазора установите свечу, как показано на рисунке на твердой гладкой поверхности и надавливайте на нее, пока зазор не уменьшится до необходимого размера.

Рис. 9.18. Инструменты Bosch для контроля и регулировки свечей

(б) **Свечи с конической поверхностью** следует повернуть на угол 15° после того, как Вы почувствуете первое сопротивление. Это правило одинаково для новых и бывших в употреблении свечей.

6 Регулировка зазора между электродами должна выполняться специальным набором инструментов, включающем в себя приспособления для измерения и регулировки зазора.

Плоские щупы для измерения зазоре - не самый подходящий инструмент в случае неравномерного износа электродов.

В набор Bosch входит специальный тонкий провод, который вставляется в центральный электрод платиновой свечи. Если провод входит на всю длину, до упора в пластиковый ограничитель, значит свечу пора менять. На рис. 9.18 показаны инструменты Bosch в работе.

9 Запальные свечи для дизельного двигателя

1 Дизельный двигатель не нуждается в свечах для воспламенения рабочей смеси. Требуемая температура для воспламенения топлива достигается за счет сжатия воздуха в цилиндре, а топливо впрыскивается в цилиндр в конце такта сжатия.

2 В связи с этим запальные свечи применяются для облегчения пуска холодного двигателя за счет предварительного подогрева воздуха или топливно-воздушной смеси в камере сгорания.

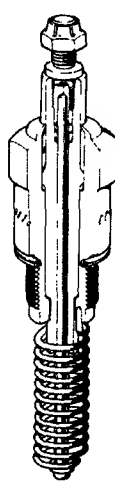
3 Запальные свечи (см. рис. 9.19) состоит из проволочной спирали, к которой подводится напряжение от аккумулятора. После пуска двигателя цепь питания запальных свечей автоматически прерывается.

Запальные свечи типа AG2 и CH2 предназначены для подогрева воздуха во впускном коллекторе. Они сконструированы таким

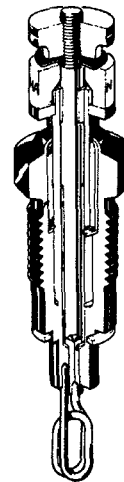
образом, чтобы обеспечить максимально быстрый подогрев большого количества воздуха.

Свечи типа AG4 и CH4 предназначены для подогрева рабочей смеси в камере сгорания. Нагревательный элемент в этих свечах имеет низкое сопротивление и работает при напряжении 1 или 2В. Поэтому свечи такого типа соединены последовательно между собой, а также с добавочным резистором.

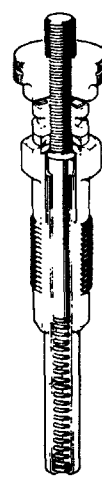
Свечи типа AG60 и CH60 имеют защитный кожух. Сопротивление этих свечей выше, поэтому они имеют параллельное подключение к электросети автомобиля.



AG2, CH2



AG4, CH4



AG60, CH60

Рис. 9.19. Запальные свечи для дизельного двигателя

Глава 10 Сигнальные приборы и стеклоочистители

Оглавление

Указатели поворота	1	Парковка стеклоочистителей при выключении	7
Тепловой прерыватель ламп указателей поворота и аварийной сигнализации	2	Прерывистая работа стеклоочистителей - основные принципы	8
Прерыватель электронного типа	3	Прерывистая работа стеклоочистителей - конструкция	9
Звуковые сигналы	4	Оборудование для омывания и вытирания стекол	10
Стеклоочистители и омыватели стекол	5	Обслуживание стеклоочистителей	11
Двигатели стеклоочистителей	6	Щетки стеклоочистителей	12
		Проверка двигателя стеклоочистителей	13

1 Указатели поворота

1 Начиная с 1986 года, на всех новых автомобилях требуется установка мигающих сигнальных фонарей спереди, сзади и по бокам автомобиля.

Эти фонари должны иметь янтарный цвет, а частота миганий должна составлять от 60 до 100 в минуту. На автомобилях американского производства такие фонари имеют красный цвет.

Индикатор включения предупредительной сигнализации должен быть установлен в удобном для водителя месте, а частота его миганий должна совпадать с частотой миганий наружных ламп.

Мощность передних и задних сигнальных ламп должна составлять от 15 до 36 Вт, а мощность боковых ламп - не менее 6 Вт.

В случае аварийной остановки сигнальные лампы должны иметь возможность мигать одновременно. Такой режим их работы называется "аварийной сигнализацией". Для этой цели предусмотрен отдельный выключатель в салоне автомобиля.

Кроме того, должна быть предусмотрена сигнализация о выходе лампы из строя. Обычно об этом сигнализируют оставшиеся лампы, начиная работать с другой частотой.

На рис. 10.1 представлена электрическая цепь указателей поворота, а на рис. 10.2 приведена цепь включения ламп аварийной сигнализации.

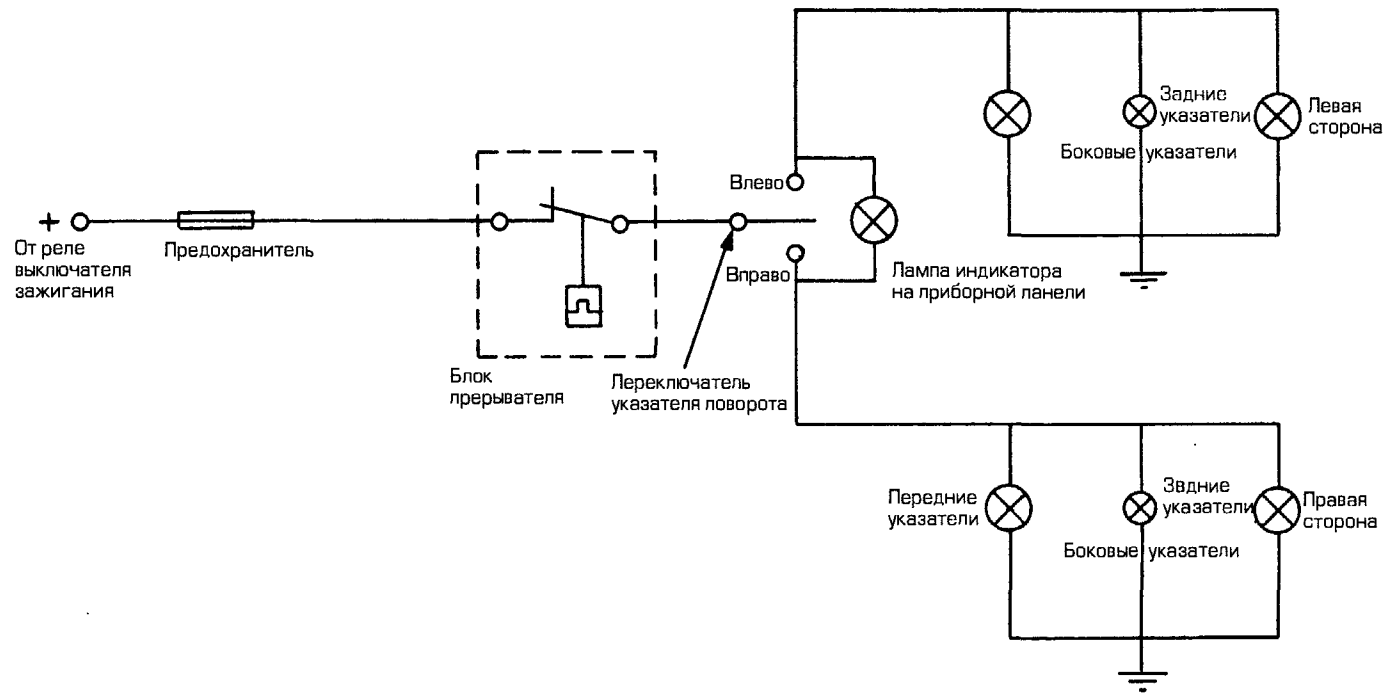


Рис. 10.1. Электрическая схема ламп указателей поворота

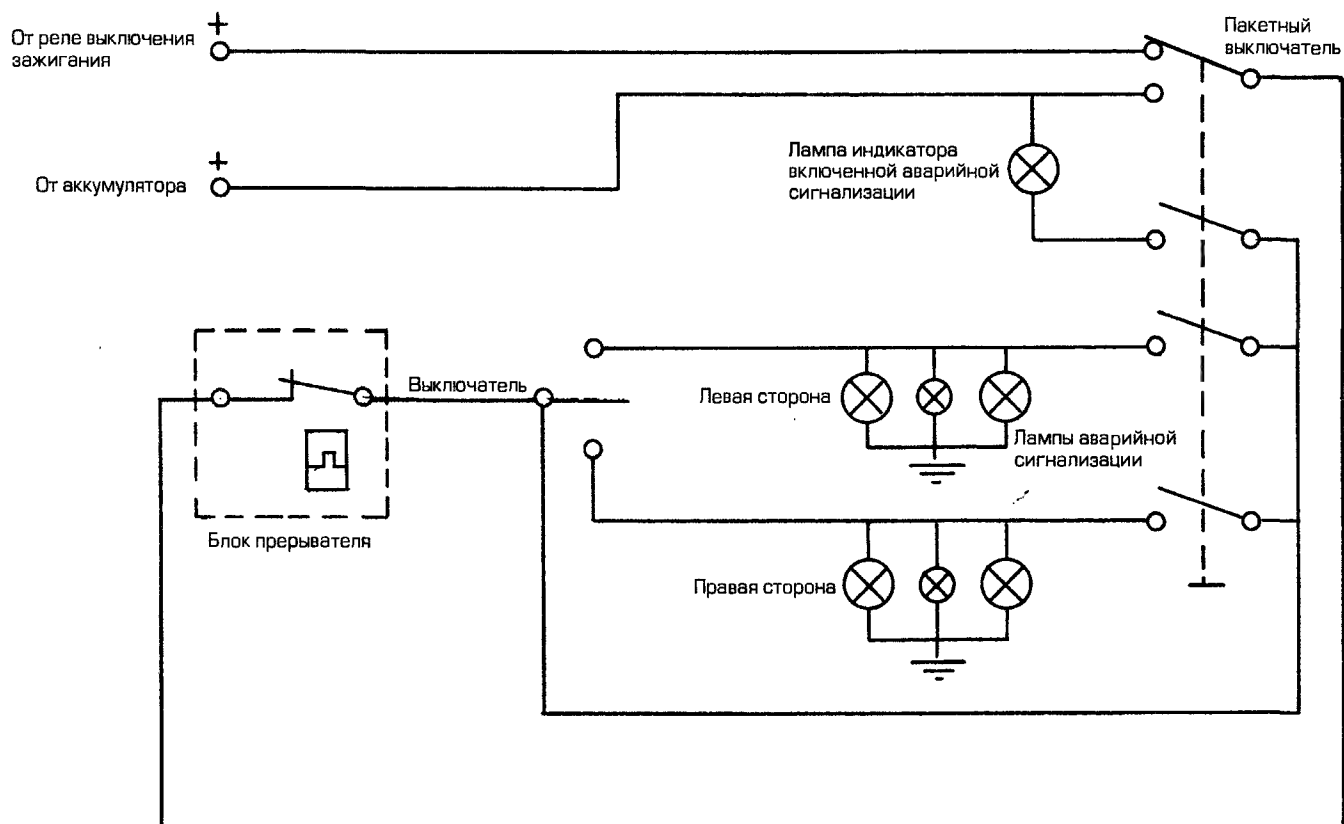


Рис. 10.2. Электрическая схема ламп аварийной сигнализации

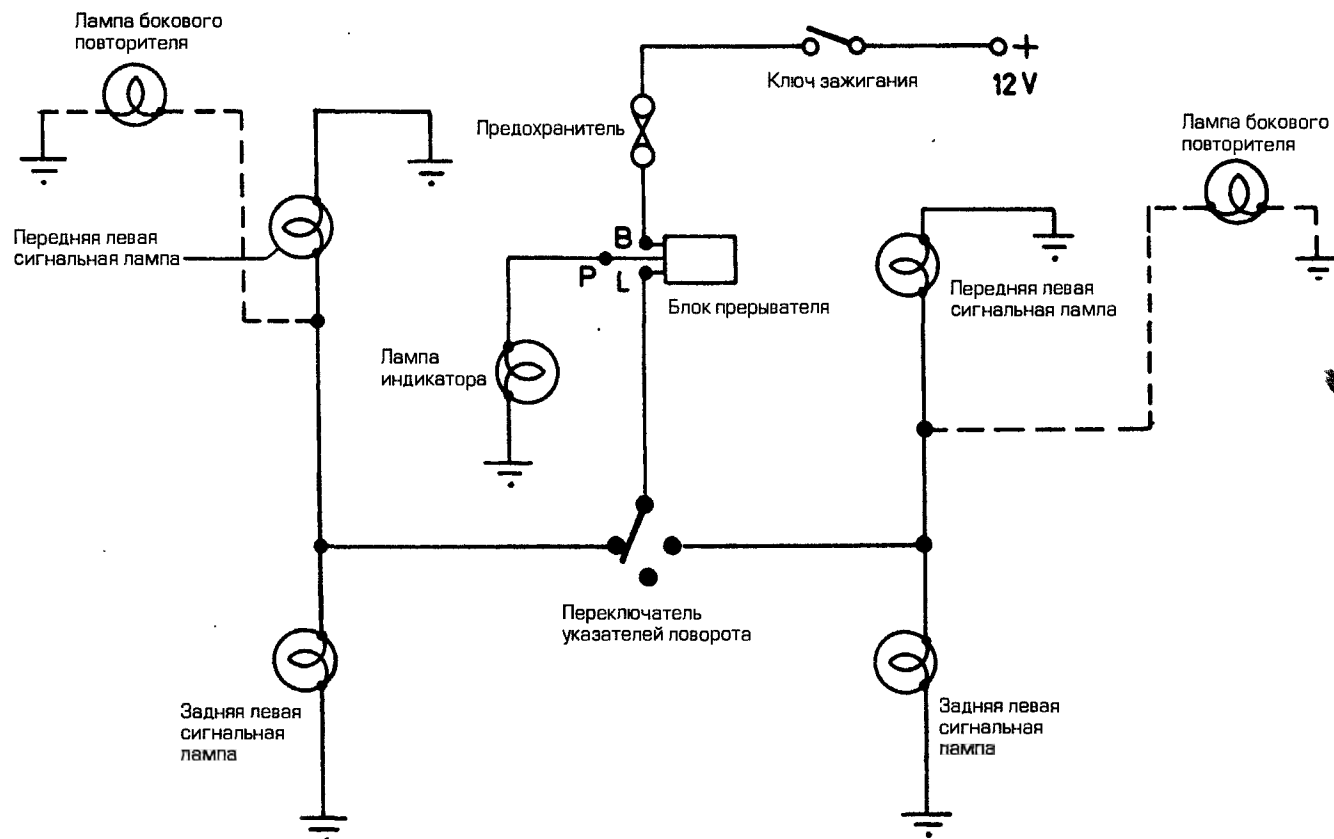


Рис. 10.3. Электрическая схема прерывателя с тремя клеммами

2 На автомобилях применяются три основных типа прерывателей указателей поворота и ламп аварийной сигнализации:

- (а) Электронный
- (б) Тепловой
- (в) С конденсатором

На новых автомобилях применяются электронные прерыватели, однако, в эксплуатации находится много автомобилей, оборудованных тепловыми прерывателями. Прерыватели с конденсатором не нашли широкого применения в автомобилестроении.

В приведенной на рис. 10.1 схеме изображен прерыватель с двумя клеммами, однако, на некоторых автомобилях можно встретить прерыватели с тремя клеммами (электрическая схема с таким прерывателем приведена на рис. 10.3). В настоящее время подобные устройства считаются устаревшими.

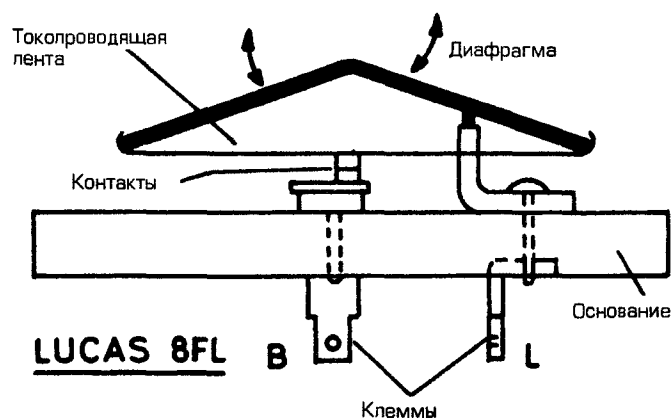


Рис. 10.4. Прерыватель диафрагменного типа

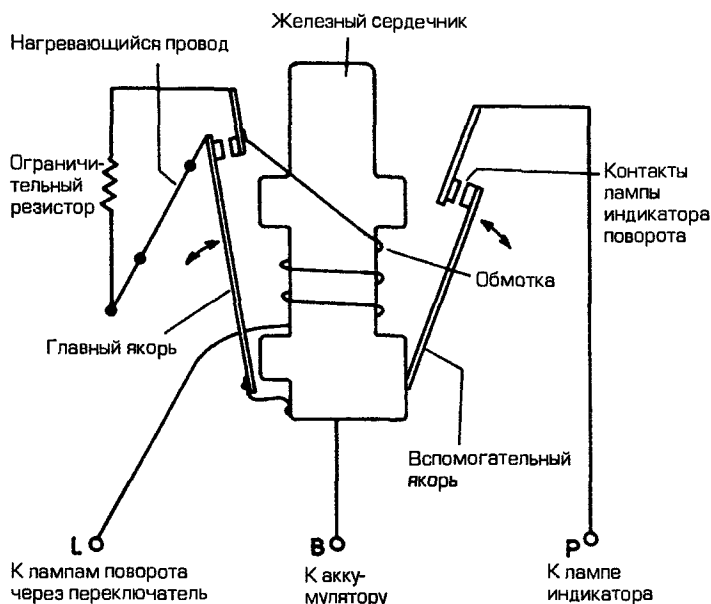


Рис. 10.5. Прерыватель с нагретым проводом

2 Тепловой прерыватель ламп указателей поворота и аварийной сигнализации

Прерыватель диафрагменного типа

1 Наибольшее распространение получил прерыватель "щелчкового" типа с двумя клеммами. Этот прерыватель является более поздней версией по отношению к прерывателям с тремя разъемами, хотя в последнее время на смену этому прерывателю пришли электронные прерыватели.

2 На рис. 10.4 приведена конструкция прерывателя подобного типа. Стальная диафрагма находится в "согнутом" положении (как показано на рисунке) и поддерживается в этом положении при помощи токопроводящей ленты. При включении ламп поворота через ленту начинает течь ток. Ленте расширяется и освобождает диафрагму, которая выпрямляется с характерным щелчком. При этом также размыкаются главные контакты, лента охлаждается и в определенный момент диафрагма со щелчком возвращается в первоначальное положение. Контакты замыкаются и начинается новый цикл.

3 Этот прерыватель имеет две клеммы. Если одна из сигнальных ламп перегорит, прерыватель перестает работать. При этом остальные лампы постоянно горят (но не мигают).

Прерыватель с нагретым проводом

4 Прерыватели с нагретым проводом (см. рис. 10.5) все еще устанавливаются на некоторых моделях автомобилей. При включении ламп поворота ток начинает течь через нагревающийся провод и через обмотку; при этом лампы поворота не горят, так как ток проходит через ограничительный резистор. Под действием тока провод нагревается и удлиняется и главные контакты замыкаются. Через обмотку на лампы поворота подается напряжение от аккумулятора; ограничительный резистор замыкается коротко и лампы загораются.

5 При замыкании главного контакта через обмотку сердечника начинает течь ток большей силы, сердечник притягивает якорь и надежно замыкает контакты. Вспомогательный якорь также притягивается сердечником и замыкает контакты индикаторной лампочки.

6 Поскольку короткозамкнутый провод в это время охлаждается, контакты размыкаются. Через обмотку перестает течь ток и контакты возвращаются в первоначальное положение.

7 Если одна из ламп поворота перегорит, сила тока уменьшится и частота мигания повысится. Сила тока может уменьшиться настолько, что вспомогательный контакт не будет замыкаться и лампа индикатора гореть не будет.

3 Прерыватель электронного типа

1 В прерывателях этого типа используется мультивибратор для генерации прямоугольных импульсов "включено-выключено". В настоящее время эти прерыватели являются стандартным типом и устанавливаются в современные автомобили.

Электронные прерыватели имеют целый ряд преимуществ по сравнению с остальными типами. К ним относятся: постоянство частоты мигания ламп указателей поворота, независимо от перегоревших ламп; возможность подачи звукового или визуального предупреждения о перегорании лампы указателя поворота (чаще всего при этом лампа индикатора поворота на приборной

панели начинает мигать с удвоенной частотой), а также возможность увеличения периода мигания ламп аварийной сигнализации.

2 В принципе, простейший мультивибратор состоит из двух транзисторов (см. рис. 10.6,а).

Эти транзисторы представляют собой два каскада усиления, при этом выход второго каскада соединен со входом первого (см. рис. 10.6,б).

Напряжение в точке Q представляет собой волну практически прямоугольной формы. Этот сигнал подается на вход усилителя мощности Дарлингтона, нагрузкой является обмотка реле включения ламп указателей поворота (см. рис. 10.7).

3 Реальная схема отличается от принципиальной наличием интегральной схемы с внешними колебательными контурами R-C (см. рис. 10.8). На этой же схеме размещается реле включения-выключения ламп указателей поворота (см. рис. 10.9). Использование реле для управления включением ламп предпочтительнее транзисторного управления. Это связано с тем, что при включении ламп возникает пиковая нагрузка, уменьшающаяся по мере роста сопротивления нитей накаливания ламп при их нагреве.

Например, при включении лампы мощностью 21Вт, сила тока составляет 3,63А, а затем уменьшается до 1,95А по мере роста температуры лампы.

Еще одной причиной для использования реле - малая разность потенциалов между замкнутыми контактами (порядка 0,1В). При использовании транзистора падение напряжения составило бы около 1В, что увеличило бы потери мощности при работе указателей поворота.

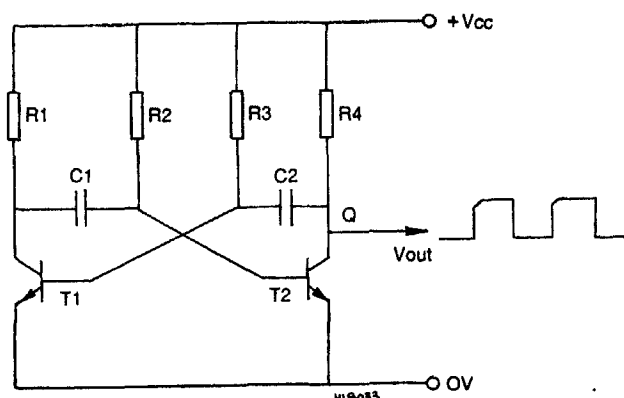


Рис. 10.6,а. Схема генератора-мультивибратора

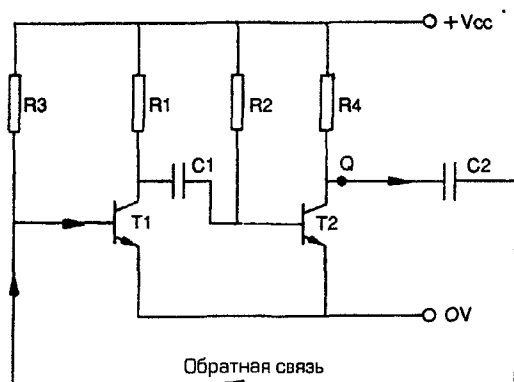


Рис. 10.6,б. Мультивибратор в качестве усилителя с обратной связью

4 Интегральная схема обладает также дополнительными возможностями:

- Она имеет встроенный регулятор напряжения, обеспечивающий постоянное напряжение на лампах указателей поворота в диапазоне напряжения от 9 до 15В.
- Встроенный монитор, сигнализирующий неисправность лампы указателя поворота. Добавочный резистор R_k , имеющий сопротивление 30 мОм соединен с цепью ламп указателей поворота, а разность потенциалов с его концов подается на сравнивающий контур. Если лампа выходит из строя, падение напряжения на резисторе уменьшается вдвое. Поскольку этот резистор соединен параллельно с контуром R1-C2, определяющим частоту мигания, эта частота увеличится вдвое. Этот способ сигнализации о неисправности лампы указателя поворота является простейшим.

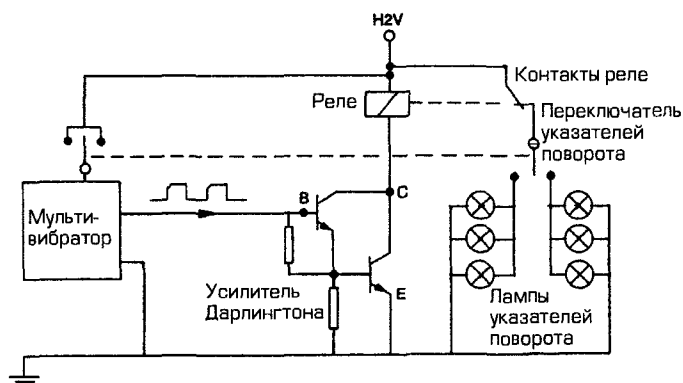
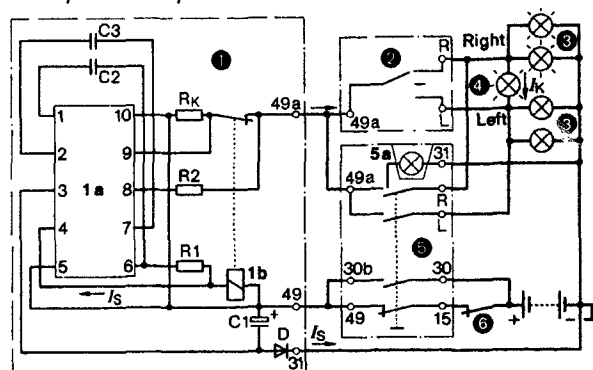


Рис. 10.7. Принципиальная схема усилителя Дарлингтона

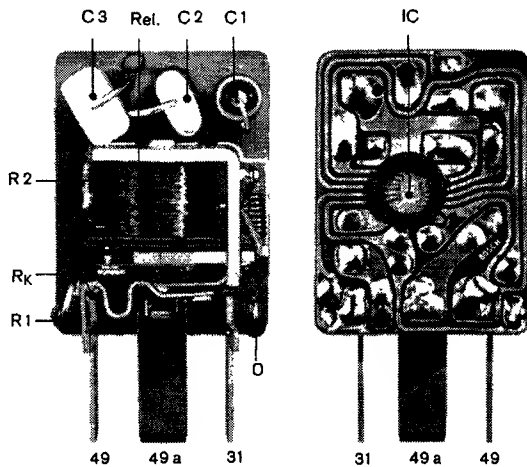
Схема электронного прерывателя ламп указателей поворота и аварийной сигнализации.



Положение переключателей соответствует включению ламп правого поворота

- Блок электронного прерывателя ламп поворота и аварийной сигнализации
- Переключатель указателя поворота
- Лампы указателей поворота
- Лампа индикатора поворота
- Выключатель аварийной сигнализации
- Лампа индикатора включенной аварийной сигнализации
- Выключатель зажигания

Рис. 10.8. Интегральная схема прерывателя ламп указателей поворота и аварийной сигнализации



Объединенный блок прерывателя указателей поворота и аварийной сигнализации (показан в натуральную величину)

Слева:

Вид сверху на печатную плату и реле (Rel).

Справа:

Вид снизу на печатную плату с интегральной схемой (IC), проводниками и разъемами.

C Конденсаторы

D Диоды

R Резисторы

Rel Реле

Рис. 10.9. Блок прерывателя с интегральной схемой и реле

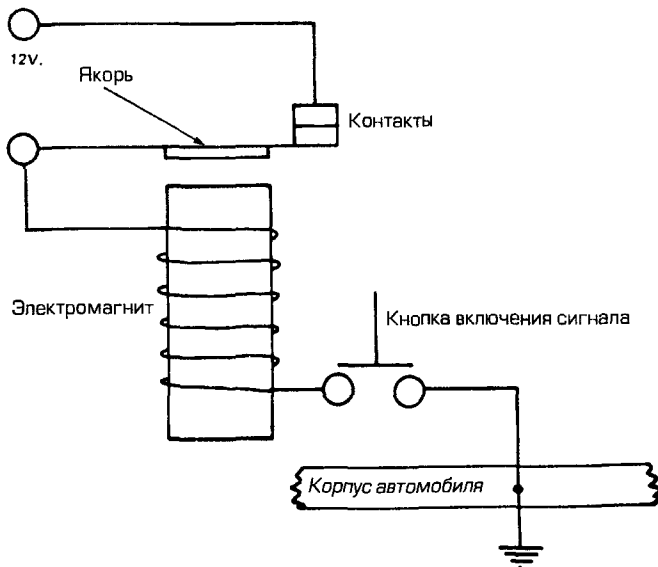


Рис. 10.10. Принципиальная схема электромагнитного вибратора

5 Конденсаторы C_1 и C_3 (см. рис. 10.8) фильтруют колебания напряжения в обмотке реле прерывателя и обеспечивают защиту от радиопомех. Диод D защищает интегральную схему от повреждения в случае неправильного подключения блока к электросети автомобиля.

Выходное напряжение для ламп снимается с разъема 49а и подается:

(а) на переключатель указателей поворота (R), расположенный на рулевой колонке;

(б) на пакетный выключатель аварийной сигнализации (5).

Контакты R и L включают лампы указателей поворота на обоих бортах автомобиля и лампу индикатора включенной аварийной сигнализации (5а).

Нормально замкнутый контакт 15 размыкается при включении аварийной сигнализации, а контакты 30 и 30б замыкаются. Таким образом, напряжение для питания ламп аварийной сигнализации не зависит от положения выключателя зажигания (6).

6 Выход из строя ламп указателей поворота происходит довольно часто по двум причинам: циклического включения-выключения, а также из-за плохого заземления на корпус автомобиля. На цоколе ламп нередко возникает коррозия из-за попадания влаги. В этом случае достаточно удалить коррозию с цоколя и патрона лампы при помощи тонкой наждачной бумаги. Для дополнительной защиты цоколей ламп нанесите на них ТОНКИЙ слой смазки.

4 Звуковые сигналы

1 В большинстве стран оборудование автомобиля устройством для подачи звуковых сигналов является необходимым. В основном, используются звуковые сигналы трех типов:

(а) Звуковые сигналы высокой частоты

(б) Звуковые сигналы "духовая труба"

(в) Воздушные звуковые сигналы

2 За исключением сигналов последней категории источником сигнала является вибрация диафрагмы. Устройство этих сигналов напоминает механизм электрического звонка, в котором электрический якорь колеблется внутри обмотки. При втягивании якоря размыкаются контакты и питание на обмотку перестает поступать; якорь возвращается в первоначальное положение, контакты замыкаются и цикл повторяется снова (см. рис. 10.10). Этот принцип реализован в звуковых сигналах высокой частоты и переменного тона.

Звуковые сигналы высокой частоты

3 Звуковые сигналы высокой частоты применяются с 1920 г. и с тех пор претерпели незначительные изменения (см. рис. 10.11). Тонкая диафрагма колеблется с частотой около 300 колебаний в секунду (300 Гц) и дает низкочастотный звук.

Дополнительное устройство, называемое звуковым диском, расположено на том же якоре, однако имеет частоту колебаний порядка 2000 Гц. Низкие колебания слышны на большем расстоянии, в то время как колебания высокой частоты лучше слышны на автотрассах на фоне работы автомобильных двигателей.

4 При нажатии на кнопку подачи звукового сигнала в обмотку подается ток и якорь притягивается к сердечнику (см. рис. 10.11). При этом размыкаются контакты, якорь возвращается в первоначальное положение и контакты замыкаются вновь. Цикл повторяется до тех пор, пока нажата кнопка.

5 Импульс от удара якоря о сердечник передается звуковому диску. Диск начинает вибрировать с высокой частотой, кратной частоте вибрации диафрагмы. Звук от вибрации диска и диафрагмы складывается и обладает свойством быть слышимым на большом расстоянии, при этом не являясь слишком резким.

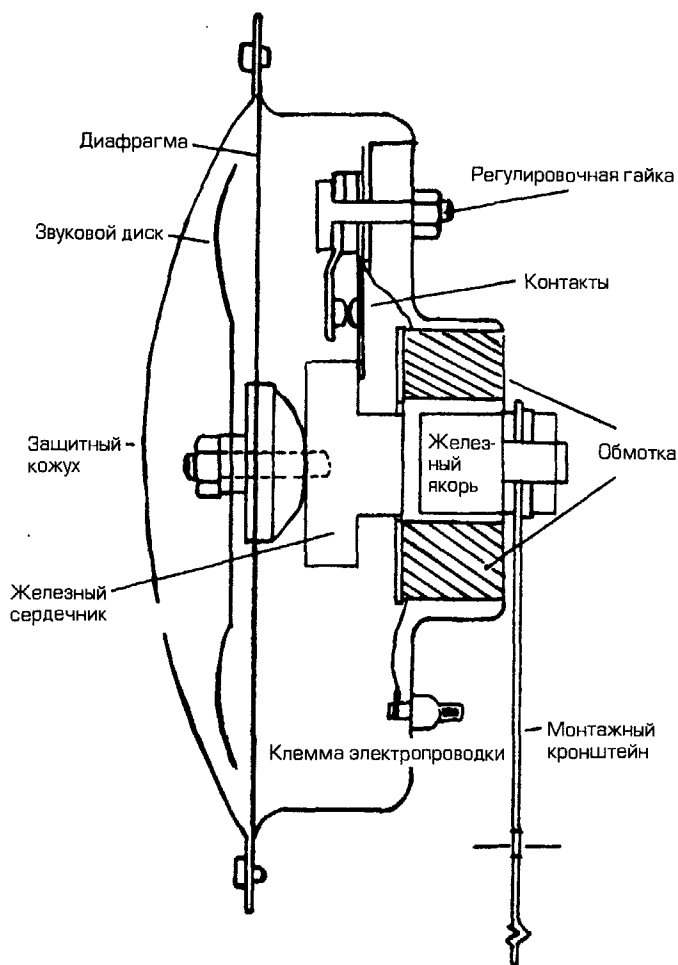


Рис. 10.11. Звуковой сигнал высокой частоты

6 Для усиления и дополнительного смешивания тонов часто применяется установка нескольких параллельно включенных сигналов.

7 Устройство для регулировки обычно расположено на задней стороне звуковых сигналов (см. рис. 10.12). Регулировка производится или до получения тока рекомендуемой силы, или до получения чистого тона.

Звуковой сигнал "духовая труба"

8 Механизм этого сигнала, в принципе, тот же самый, что и сигнала высокой частоты, однако звук проходит через спиральную трубку (см. рис. 10.13). Размеры и конфигурация этой трубки подбираются таким образом, чтобы получить мелодичный звук, напоминающий звучание духового инструмента.

9 Для улучшения качества звука сигналы часто устанавливаются парами. Поскольку через звуковые сигналы проходит большой ток, для уменьшения длины толстых проводов кнопка включения звуковых сигналов включает реле, управляющее включением самих сигналов (см. рис. 10.14).

Воздушный звуковой сигнал

10 Воздушные звуковые сигналы устроены очень просто. Воздух или газ подается под давлением в камеру, закрытую с одного конца диафрагмой, предотвращающей утечку газа.

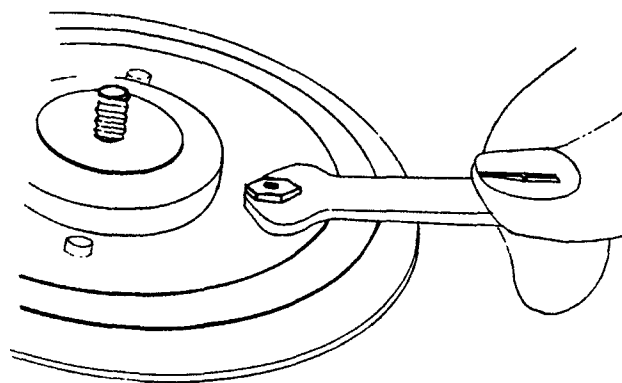


Рис. 10.12

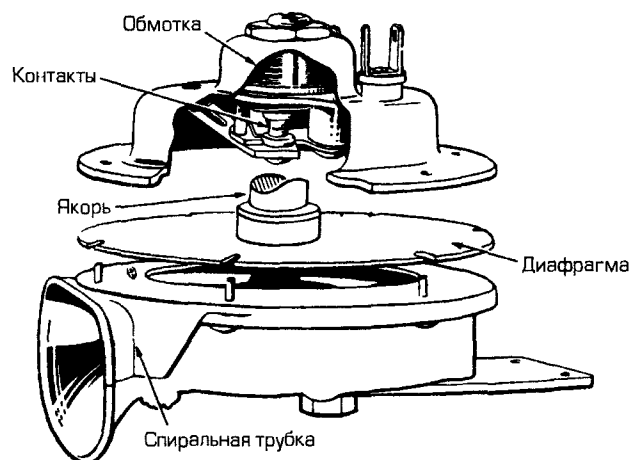


Рис. 10.13. Звуковой сигнал "духовая труба"

11 При повышении давления диафрагма выгибается влево (см. рис. 10.15) и газ или воздух попадают в трубу звукового сигнала. Давление при этом снижается и диафрагма перекрывает отверстие. Далее цикл повторяется. Если воздух подается насосом, то кнопка подачи звукового сигнала включает насос непосредственно или через реле.

12 Воздух может подаваться и к отдельному звуковому сигналу, и через вращающийся клапан подаваться к разным сигналам. При этом генерируется сигнал переменного тона (в виде мелодии). Такое оборудование имеется в продаже.

5 Стеклоочистители и омыватели стекол

1 В соответствии с Правилами дорожного движения автомобиль должен быть оборудован стеклоочистителем, находящемся в рабочем состоянии. Кроме того, минимальные требования стандарта к стеклоочистителям требуют наличия, по крайней мере, односкоростного стеклоочистителя с одной щеткой и омывателем стекла.

Практически, используются стеклоочистители с двумя щетками и двухскоростным приводом, причем, на низкой скорости обеспечивается прерывистая работа стеклоочистителя.

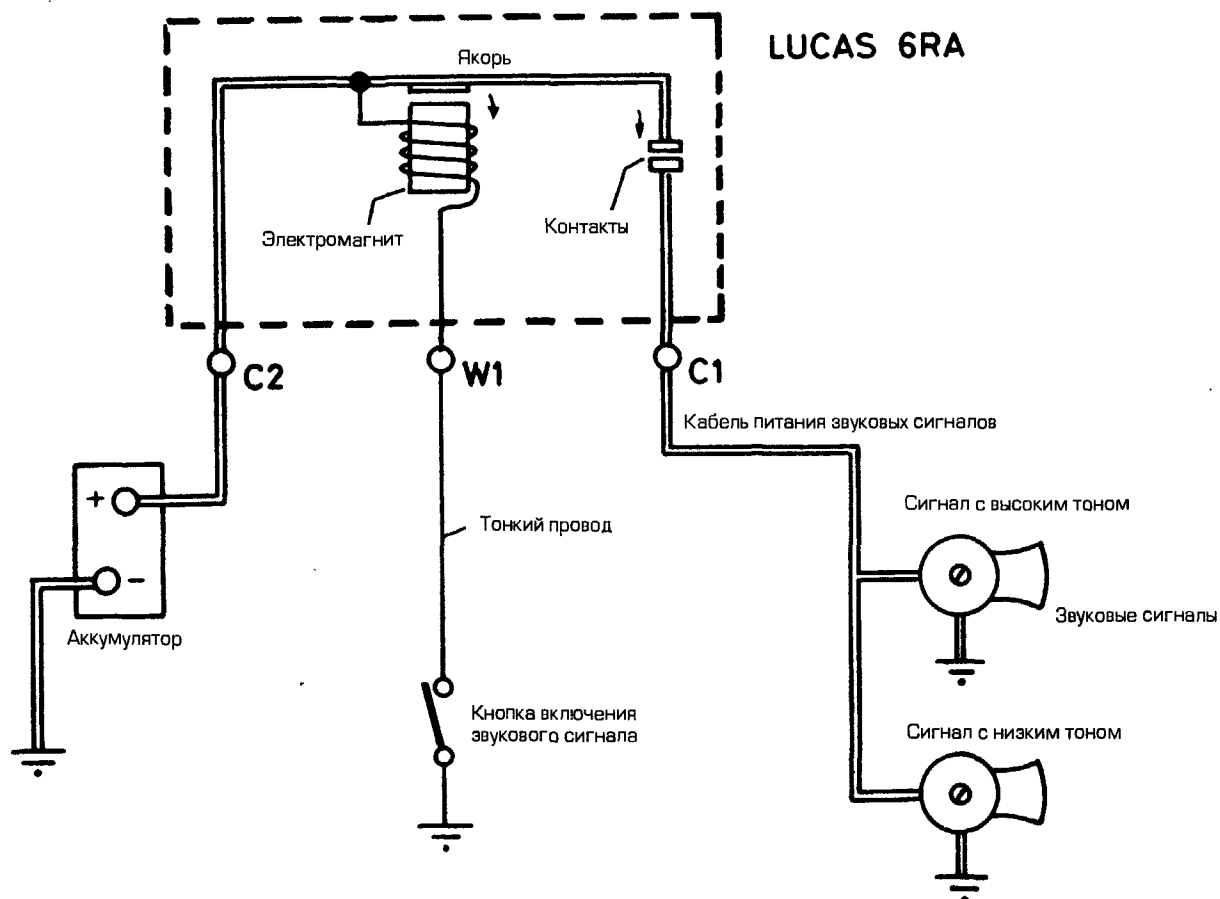


Рис. 10.14. Включение звуковых сигналов "духовая труба" при помощи реле

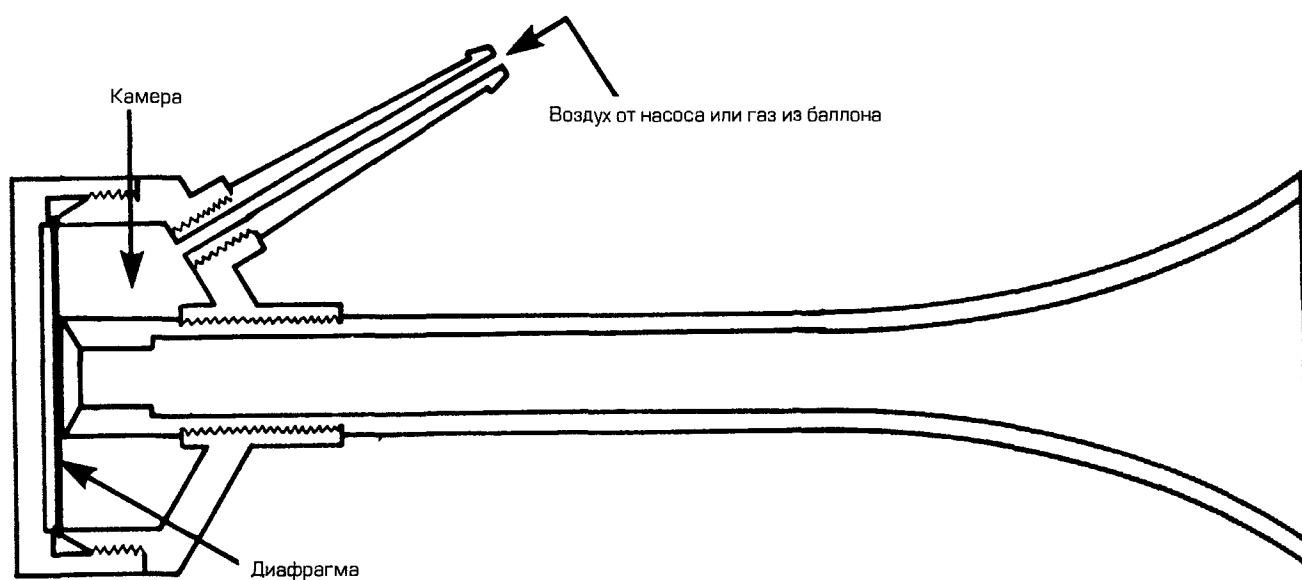


Рис. 10.15. Устройство простейшего воздушного звукового сигнала

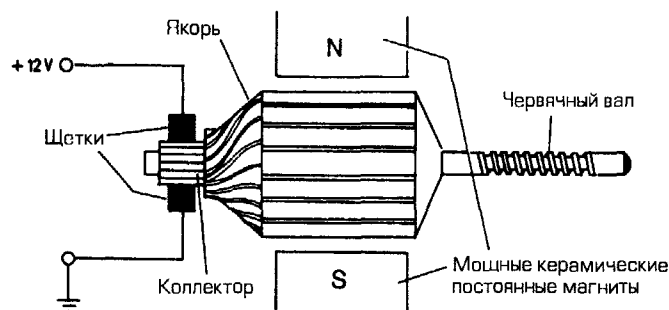
Обычно управление стеклоочистителями объединено и с управлением омывателем стекла (при помощи многофункционального переключателя на рулевой колонке). При включении омывателей стекла автоматически включаются стеклоочистители для удаления грязи, причем, после выключения омывателя стекла они еще некоторое время работают, а затем выключаются.

2 На автомобилях с кузовом типа "Хэтчбек" при движении возникает завихрение воздуха около стекла задней двери и к ней прилипает грязь. Поэтому на автомобилях этого типа обычно устанавливается стеклоочиститель стекла задней двери. Он имеет одну щетку и односкоростной привод и снабжен омывателем стекла.

Многие марки автомобилей также снабжаются очистителем/омывателем передних фар.

6 Двигатели стеклоочистителей

1 На современных моделях автомобилей устанавливаются электродвигатели стеклоочистителей с постоянным магнитом (см. рис. 10.16), в то время как на более ранних моделях устанавливались двигатели с электромагнитами (см. рис. 10.17). Постоянные магниты современных электродвигателей изготавливаются из специальной керамики в стальном цилиндрическом корпусе и имеют достаточно большую мощность. Преимущества двигателей с постоянным магнитом заключаются в меньшем потреблении электроэнергии, а также в большей надежности.



Замечание. Иногда коллектор устанавливается на заднем торце якоря

Рис. 10.16. Электродвигатель стеклоочистителя с постоянным магнитом

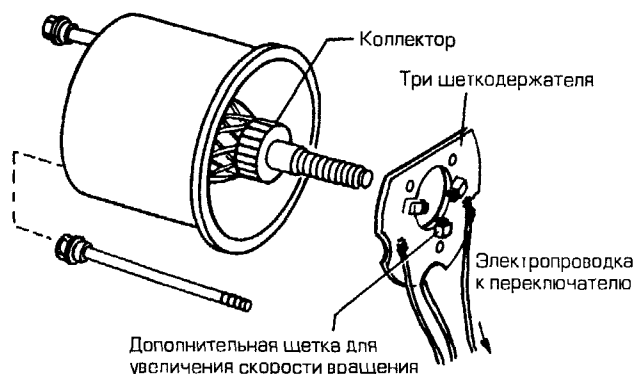


Рис. 10.18. Двухскоростной электродвигатель с постоянным магнитом

2 Электродвигатели с постоянным магнитом бывают односкоростными и двухскоростными. Односкоростные двигатели имеют две щетки, расположенные друг напротив друга. Двухскоростные двигатели имеют три щетки, причем дополнительная щетка расположена под небольшим углом относительно одной из щеток и имеет меньшую ширину (см. рис. 10.18). Напряжение, подаваемое на дополнительную щетку, увеличивает скорость вращения электромотора.

3 Двухскоростную работу двигателя можно обеспечить также за счет последовательного подключения добавочного резистора в обмотку возбуждения или последовательно с двигателем (см. рис. 10.19).

4 Обычно двигатель стеклоочистителя подключается непосредственно к вспомогательному предохранителю системы зажигания и, таким образом, включается только при включенном зажигании. При выключении зажигания щетки стеклоочистителя автоматически возвращаются в исходное положение и двигатель останавливается.

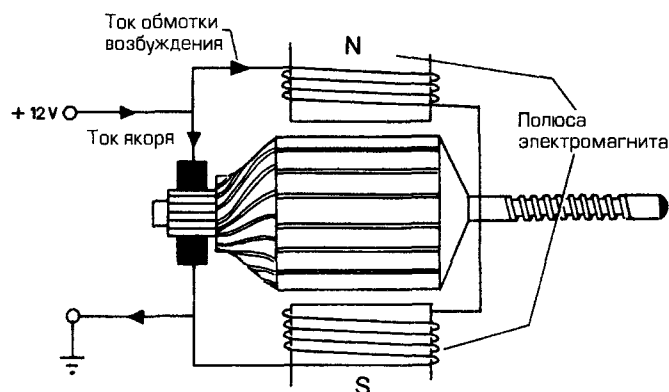


Рис. 10.17. Электродвигатель стеклоочистителя с параллельным возбуждением

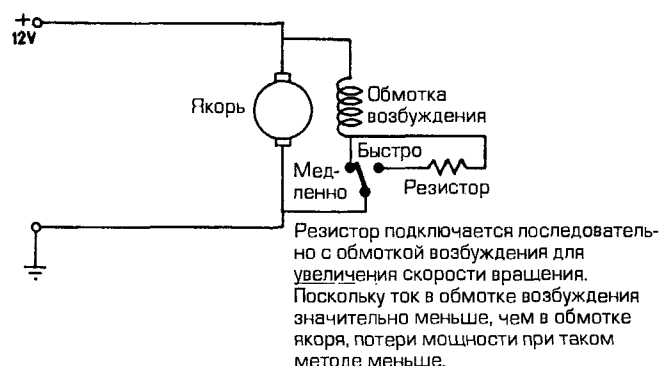
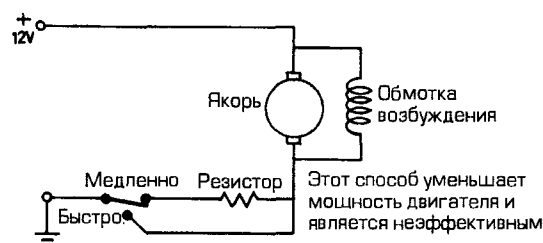


Рис. 10.19. Методы изменения скорости электродвигателей с параллельным возбуждением

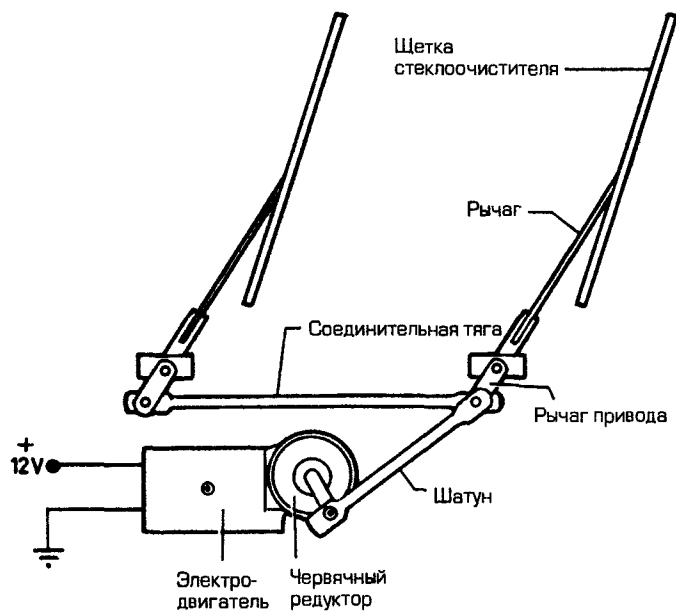


Рис. 10.20. Кривошипно-шатунный привод стеклоочистителей

5 Одним из требований, предъявляемых к приводу стеклоочистителей, является необходимость предохранения двигателя от перегрузок, например, при примерзании щеток к стеклу. Поскольку двигатель не имеет возможности вращаться, это приведет к увеличению тока в якоре и перегреву последнего. Иногда в качестве предохранителя используется биметаллический выключатель, срабатывающий при перегреве электромотора. При перегреве электромотора биметаллическая пластина изгибается, размыкает контакты и ток к двигателю прерывается. Когда двигатель остынет, пластина возвращается в исходное состояние и контакты вновь замыкаются. Двигатель периодически включается и выключается до тех пор, пока не будет устранена причина неполадки.

6 Устанавливаемые на автомобилях английского производства двигатели стеклоочистителей с постоянным магнитом имеют цилиндрическую форму, а двигатели с электромагнитным возбуждением изготавливаются в форме параллелепипеда.

7 Используются два основных типа привода от двигателя к щеткам стеклоочистителя:

(а) Кривошипно-шатунный привод (см. рис. 10.20)

(б) Реечный привод (см. рис. 10.21)

В обоих случаях вращение двигателя передается через червячную передачу для увеличения крутящего момента и для уменьшения скорости работы стеклоочистителей. Стеклоочистители с односкоростным приводом обычно совершают 50 движений в минуту, а с двухскоростным - 50 и 70 движений в минуту. Под одним

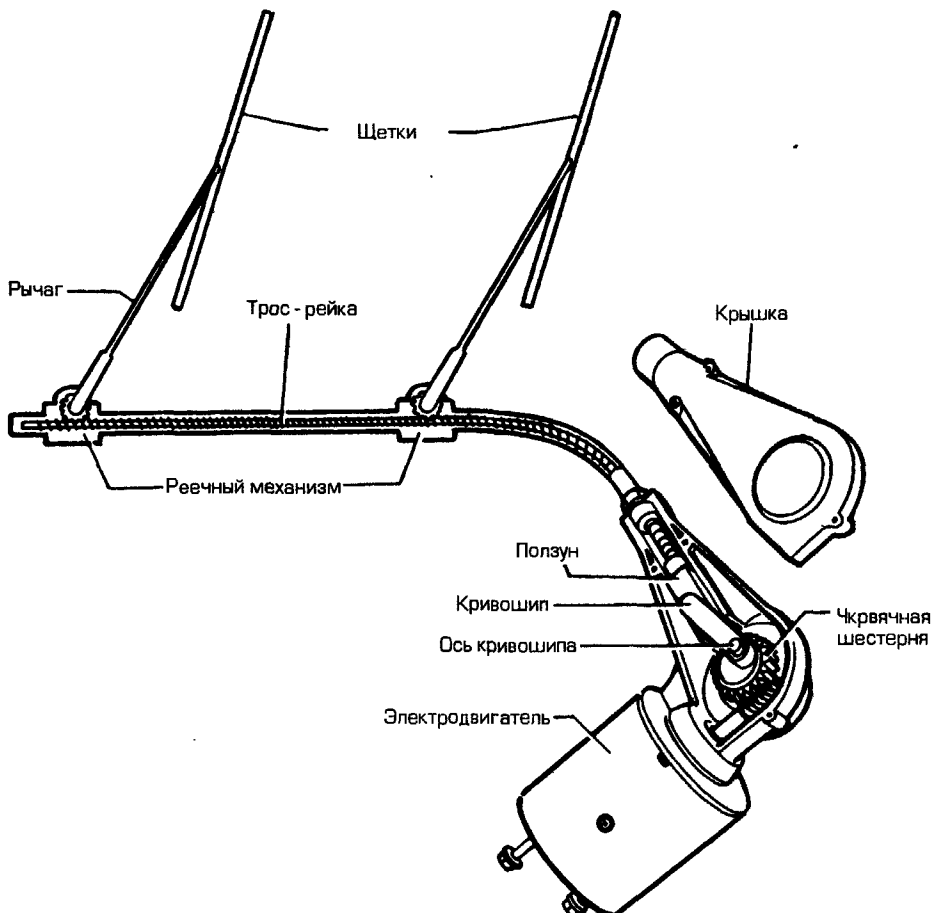


Рис. 10.21. Реечный привод стеклоочистителей

движением стеклоочистителей понимается движение щетки туда и обратно, то есть полный цикл.

8 Кривошипно-шатунный привод эффективнее и надежнее, чем привод реечного типа. Его недостатком является сложность компоновки привода под лобовым стеклом, что заставляет конструкторов использовать в ряде случаев реечный привод. В некоторых конструкциях рейка-трос выполняется полностью гибкой, в других случаях рейка-трос проложена в жесткой трубе, изогнутой необходимым образом в соответствии с компоновкой автомобиля.

9 Как видно из рис. 10.21 рейка-трос проходит через реечные редукторы и, совершая возвратно-поступательное движение, приводит в действие рычаги стеклоочистителей (см. рис. 10.22). Возвратно-поступательное движение рейки обеспечивается кривошипно-шатунным механизмом, расположенном на червячном колесе электропривода.

10 На рис. 10.23 приведен вариант кривошипно-шатунного привода стеклоочистителей (фирмы Austin Matro) с центрально расположенным электродвигателем и раздельными шатунами.

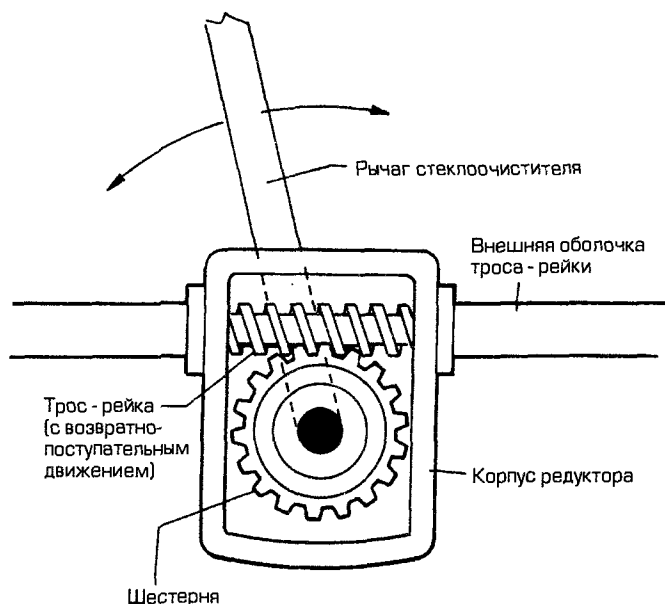


Рис. 10.22. Реечный редуктор

Из рис. 10.24 видно, что двигатель остается включенным до тех пор, пока рычаг стеклоочистителя не вернется в исходное положение и не разомкнутся контакты концевого выключателя.

2 Иногда этих мер недостаточно для остановки щеток стеклоочистителей в парковочном положении. Например, двигатель стеклоочистителей может быть разогретым и трение в нем уменьшится или лобовое стекло может быть влажным и щетки не

7 Парковка стеклоочистителей при выключении

1 Ясно, что водитель не может выключить электропривод стеклоочистителей точно в конце хода щеток. Поэтому все приводы стеклоочистителей современных автомобилей оборудуются механизмом для автоматического возвращения стеклоочистителей в исходное положение (парковки) при выключении.

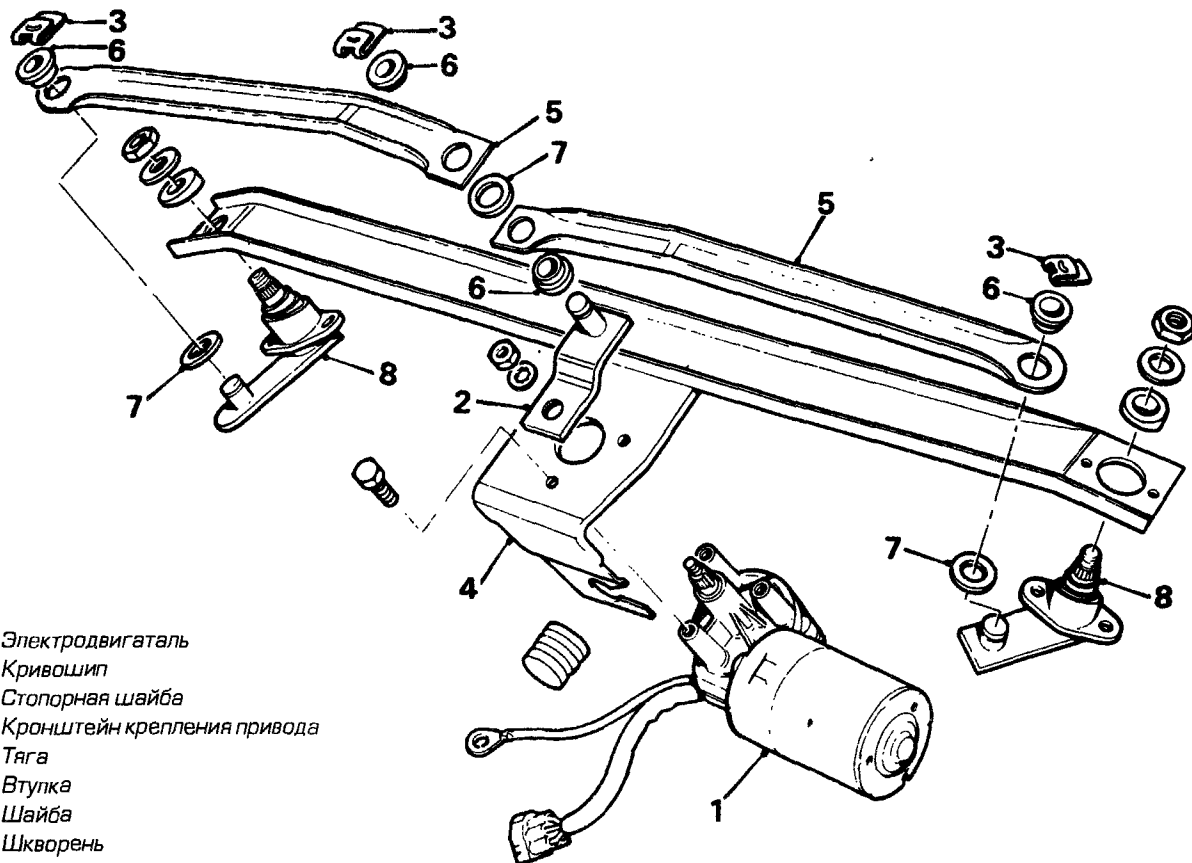


Рис. 10.23. Привод стеклоочистителей с раздельными жесткими тягами

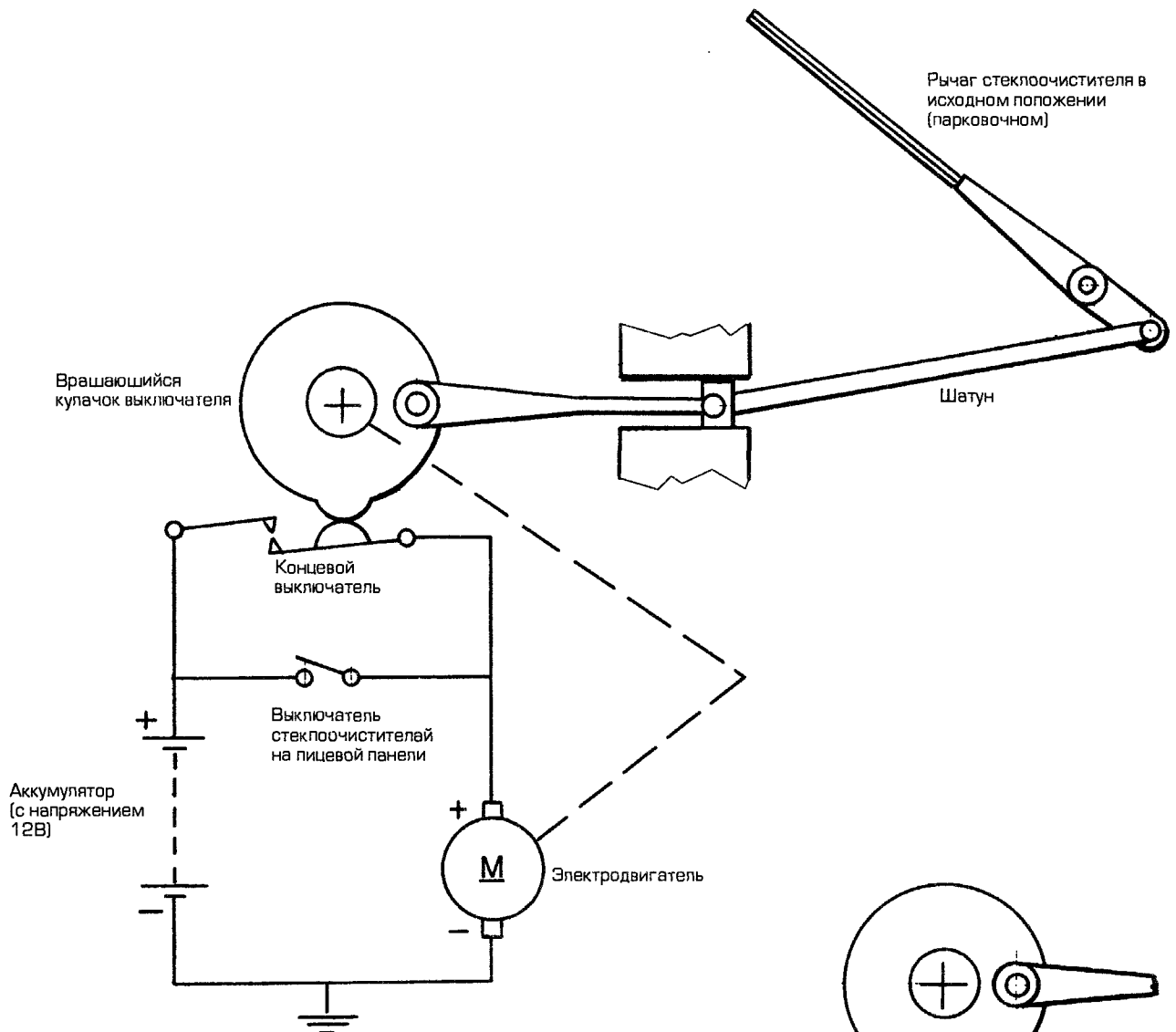


Рис. 10.24. Концевой выключатель электродвигателя стеклоочистителей

встречают сопротивления. В этом случае скорость щеток может возрасти настолько, что они не успеют остановиться в парковочном положении.

Для решения этой задачи концевой выключатель заземляет положительную клемму электромотора. При этом вращающийся в магнитном поле якорь начинает генерировать э.д.с. Поскольку якорь заземлен, эта э.д.с. направлена против его вращения, что приводит к резкому замедлению вращения якоря. В этом решении реализован принцип рекуперативного торможения (см. рис. 10.25).

3 Не рис. 10.26 приведена схема подключения двухскоростного электродвигателя стеклоочистителей с рекуперативным торможением и автоматической парковкой щеток. Позади шестерни привода стеклоочистителя расположен двухпозиционный концевой выключатель с контактами А и Б, расположенными таким образом, что кулачок сначала размыкает контакт А, затем, в течение некоторого времени оба контакта разомкнуты, затем замыкается контакт Б.

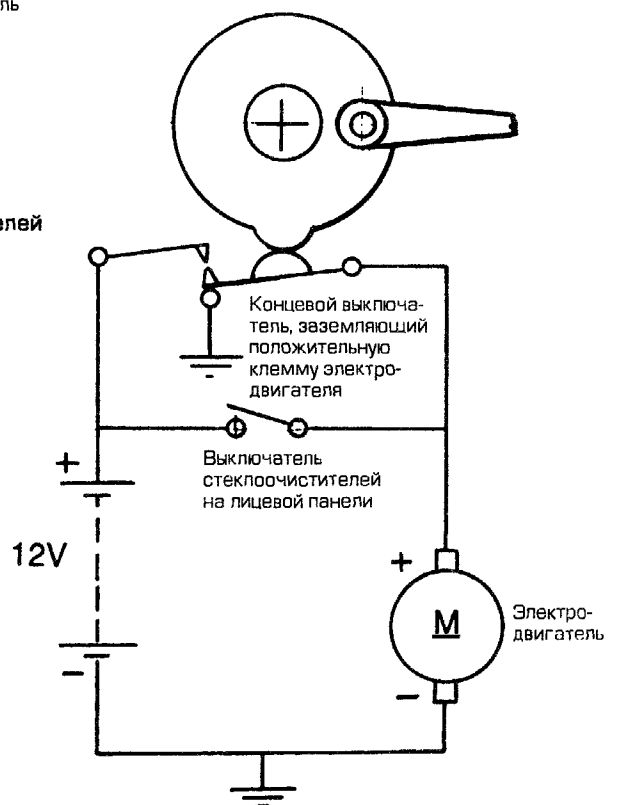
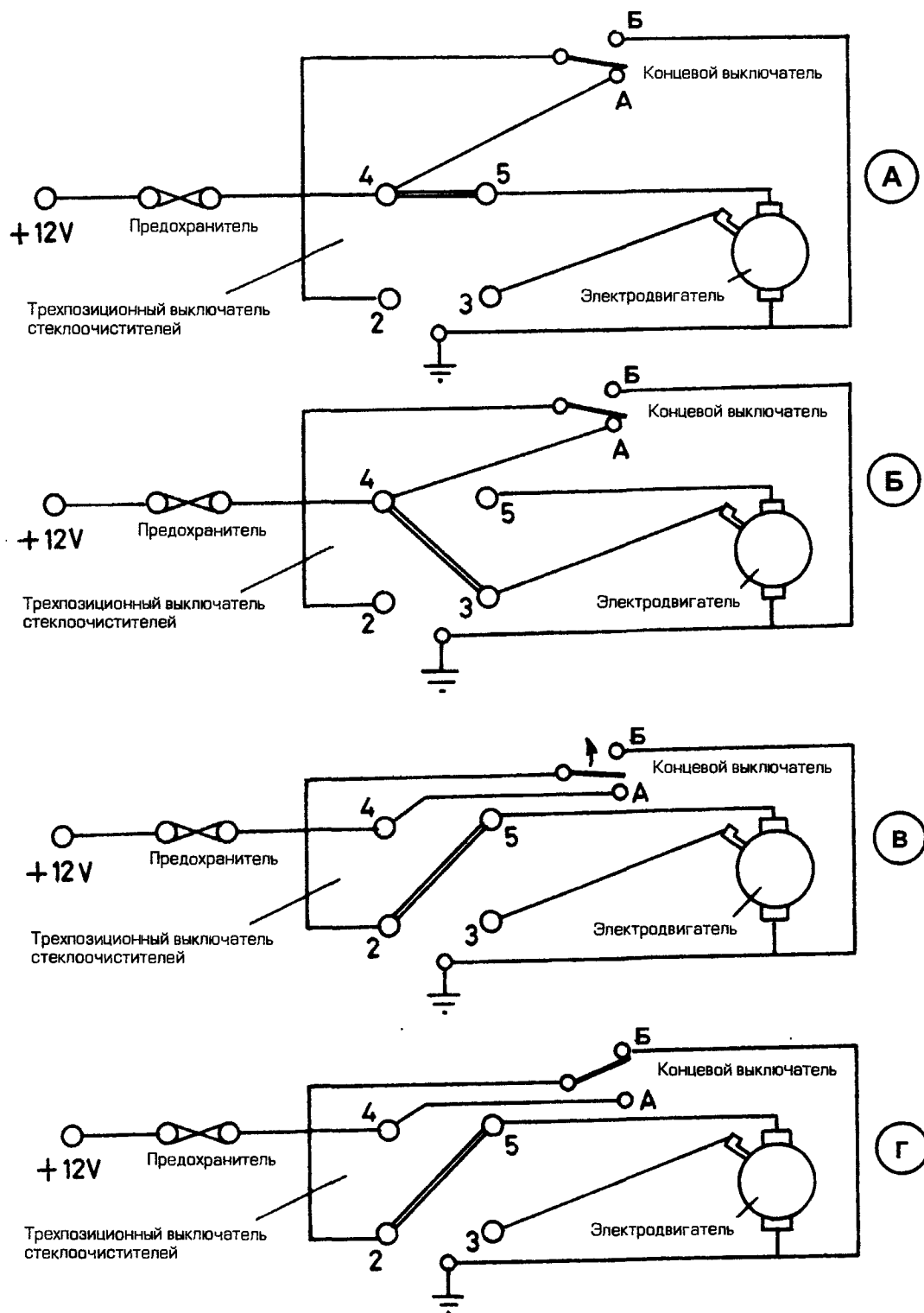


Рис. 10.25. Рекуперативное торможение электродвигателя



- А Работа стеклоочистителей с нормальной скоростью
 Б Работа стеклоочистителей с повышенной скоростью
 В Первая фаза выключения стеклоочистителей - контакты А и Б разомкнуты
 Г Вторая фаза выключения стеклоочистителей - контакт Б замыкается и электродвигатель останавливается за счет рекуперативного торможения

Рис. 10.26. Выключение и парковка стеклоочистителей с двухскоростным электродвигателям с постоянным магнитом

Когда водитель выключает стеклоочистители, контакты 2 и 5 соединяются между собой и ток продолжает течь через электродвигатель через замкнутый контакт А.

Когда стеклоочистители приближаются к парковочной позиции кулачок размыкает контакт А и электродвигатель начинает замедлять вращение. В этой фазе торможения ток через электродвигатель не течет.

Если электродвигатель замедляется недостаточно быстро, дальнейшее вращение кулачка приведет к замыканию контакта Б. В этой фазе якорь электродвигателя резко замедляется за счет рекуперативного торможения.

4 Парковка стеклоочистителей с двигателями, имеющими электромагнитное возбуждения. Автоматическая парковка стеклоочистителей осуществляется за счет установки выключателя в червячном редукторе. На внутренней поверхности крышки редуктора расположен изоляционный диск, на котором смонтировано латунное кольцо с небольшим вырезом. По этому кольцу движется подпружиненный контакт, прикрепленный к кривошипу (см. рис. 10.27). При выключении стеклоочистителей двигатель продолжает работать до тех пор, пока:

- (а) Пружинный контакт не достигнет разрыва в латунном кольце и не выключит двигатель
- (б) Рычаги стеклоочистителей не установятся в парковочное положение

Положение латунного диска регулируется таким образом (см. рис. 10.28), чтобы условия (а) и (б) выполнялись одновременно.

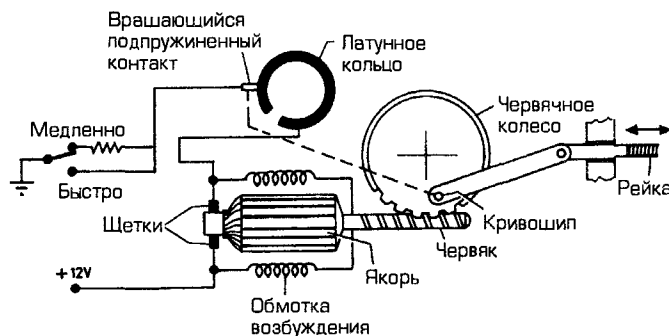


Рис. 10.27. Двухскоростной электродвигатель стеклоочистителей с электромагнитным возбуждением

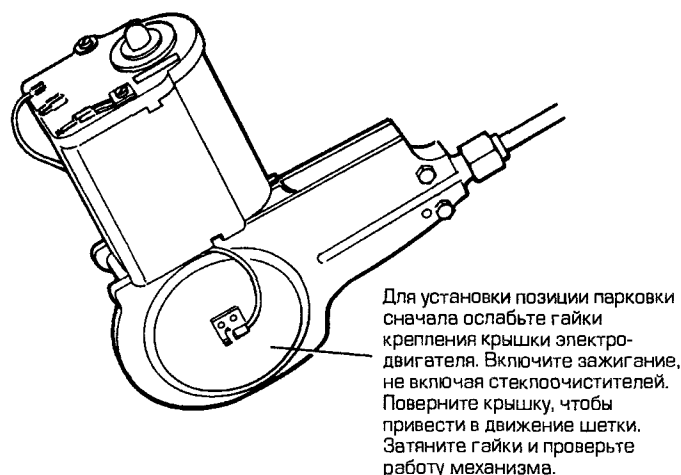


Рис. 10.28. Регулировка парковочного положения двигателя с электромагнитным возбуждением

5 Следует различать такие понятия, как автоматическая парковка рычагов стеклоочистителей в исходном положении, описанная выше, и автоматическая парковка электродвигателя.

При парковке электродвигатель изменяет направление своего вращения и при помощи эксцентриковой муфты сдвигает щетки вниз, обычно за пределы лобового стекла.

8 Прерывистая работа стеклоочистителей - основные принципы

1 Прерывистая работа стеклоочистителей обычно требуется в таких условиях, когда дождь не идет, но дорога остается влажной и на лобовое стекло попадают пятна грязи. В этих условиях периодическое включение стеклоочистителей очищает стекло от случайных пятен.

2 У водителя имеется возможность кратковременного включения стеклоочистителей при помощи многофункционального переключателя на рулевой колонке, однако эта функция доступна только для электродвигателей стеклоочистителей с электромагнитным возбуждением. Попытка включить стеклоочиститель, работающий от электродвигателя с постоянным магнитом, приведет лишь к короткому замыканию цепи, параллельной якорю (см. рис. 10.25). Поэтому такие двигатели нельзя включить простым нажатием кнопки.

3 В любом случае, периодическое включение стеклоочистителей является утомительным занятием. Обычно система стеклоочистителей снабжается электронным выключателем, периодически включающим реле электродвигателя стеклоочистителей. Интервал между импульсами электронного выключателя определяется постоянной времени колебательного контура RC и обычно является фиксированной величиной (от 4 до 6 секунд). В некоторых конструкциях интервал времени может изменяться водителем при помощи переменного резистора, установленного на панели приборов.

9 Прерывистая работа стеклоочистителей - конструкция

1 На рис. 10.29 приведена принципиальная электрическая схема, обеспечивающая прерывистую работу стеклоочистителей с двигателем, имеющим постоянный магнит.

Таймер интервала

Интервал между включениями стеклоочистителей определяется постоянной времени колебательного контура C-R при замыкании контактов S3.

Напряжение V увеличивается по экспоненте (см. главу 1) и при достижении определенного значения отпирает транзистор Т. При этом разность потенциалов на резисторе R отпирает тиристор, который включает реле. Реле замыкает контакт "f" с контактом "e".

Электродвигатель

При нормальной работе стеклоочистителей (постоянной) водитель управляет главным выключателем S1.

Когда выключатель S1 находится в положении "включено" на двигатель стеклоочистителей подается напряжение 12 В и обеспечивается постоянная работа стеклоочистителей.

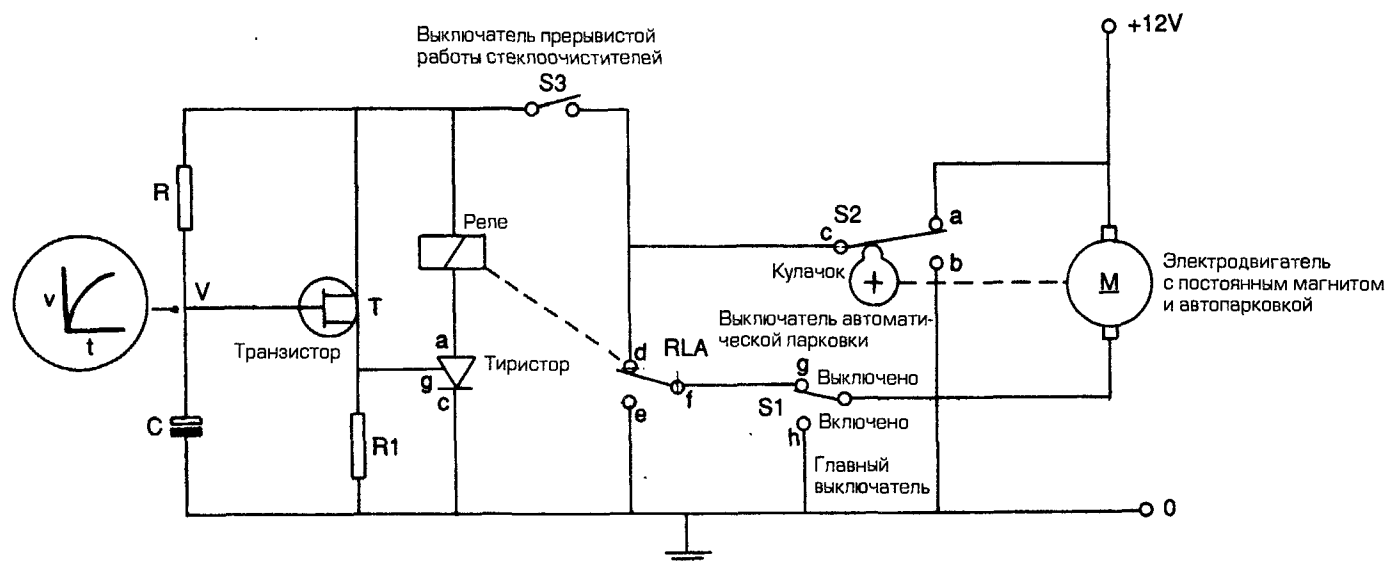


Рис. 10.29. Управление прерывистой работой стеклоочистителей

Когда выключатель S1 переключается в положение "выключено" контакты "с" и "b" выключателя S2 остаются замкнутыми и двигатель продолжает работать до тех пор, пока кулачок не разомкнет их и не соединит контакты "с" и "а". При этом якорь электродвигателя будет замкнут накоротко и двигатель резко остановится.

Прерывистая работа стеклоочистителей

Если водитель переключит выключатель S3 на прерывистую работу, реле электромотора будет включаться через интервалы времени, определяемые таймером. При каждом срабатывании реле соединяются контакты "f" и "e" переключателя RLA и электромотор начинает работать.

Как только кулачок соединит контакты "с" и "b" выключателя S2, реле включения электродвигателя отключится.

При этом двигатель продолжает работать несмотря на то, что контакты "f" и "d" соединены между собой, поскольку ток идет через контакты "с" и "b" выключателя S2.

Когда кулачок разомкнет контакты "с" и "b" выключателя S2, двигатель остановится и колебательный контур таймера вновь начнет заряжаться. Цикл повторится.

2 В других конструкциях в качестве таймера используется мультивибратор, подающий на реле импульсы с определенным интервалом. В остальном, принципиальная схема не отличается от вышеприведенной.

10 Стеклоочиститель с омывателем

1 Идеальным решением для очистки стекол является комбинированное омывание с последующей очисткой стекол. При этом действия должны выполняться в такой последовательности:

- Омывание стекла (водитель включает омыватель стекла)
- Задержка (1 или 2 секунды) прежде, чем включатся стеклоочистители для того, чтобы грязь на стекле успела размокнуть
- Очистка стекла стеклоочистителями

(г) Прекращения работы омывателя (водитель выключает омыватель стекла)

(д) Стеклоочистители продолжают работать до полной очистки стекла (приблизительно 5 циклов)

В некоторых автомобилях одновременно с этим происходит омывания и очистка передних фар.

2 Омывания стекол производится при помощи небольшого электродвигателя с постоянным магнитом и центробежного водяного насоса. Двигатель может быть установлен непосредственно в емкости с жидкостью для омывания или в отдельном месте.

Центробежный насос снабжается фильтром во впускном трубопроводе. Он спроектирован для работы в диапазоне температур от -20°C до $+80^{\circ}\text{C}$. При этом предполагается, что омыватель заправлен не замерзающим составом.

В типичных условиях эксплуатации при силе тока 2,8А и напряжении 13,5В расход насоса составляет 0,74 л/мин при давлении 1,7 атм.

Электродвигатель и компоненты омывателей стекол почти не требуют обслуживания. В случае поломки производится замена дефектных узлов.

11 Обслуживание стеклоочистителей

1 Большинство электродвигателей стеклоочистителей изготавливается в герметичном корпусе и в случае поломки ремонту не подлежат. Запасные детали для таких электродвигателей не выпускаются, хотя можно воспользоваться деталями от другого электродвигателя (например, щетками). Вместе с тем, большинство электромоторов фирмы Lucas изготавливаются ремонтнопригодными.

2 Наиболее частая неисправность электромоторов стеклоочистителей - износ щеток, высота которых не должна быть менее 5 мм. Щетка повышенной скорости не должна изнашиваться так, чтобы исчезла узкая секция (см. рис. 10.30).

3 Щетки электродвигателя с постоянным магнитом располагаются в пластмассовом корпусе (см. рис. 10.18), а в двигателях с электромагнитным возбуждением - в щеткодержателях и прижимаются к коллектору при помощи пружины (см. рис. 10.31).

4 Якорь электромотора не восстанавливается и, если при осмотре будет обнаружено обгорание изоляции, или окажется, что коллектор проношен насквозь (он изготовлен из очень тонких

пластин), то такой якорь следует заменить. Разборку электродвигателя следует выполнять очень аккуратно. В деталях процедура разборки зависит от конструктивных особенностей двигателя, но во всех случаях надо следить за тем, чтобы не защемить провода выключателя парковки. Перед снятием отметить положение контактов концевого выключателя с тем, чтобы правильно установить его при сборке. Проварьте осевой люфт якоря, который должен составлять 0,25 мм. В некоторых электродвигателях люфт регулируется установкой регулировочных прокладок, в других - специальным регулировочным винтом, снабженным контргайкой.

5 Осмотрите **шестеренные передачи** и убедитесь в отсутствии чрезмерного износа зубьев. Убедитесь, что передачи в достаточной мере заправлены консистентной смазкой и что шестерни находятся в контакте со смазкой. В процессе эксплуатации зубья шестерен прорезают в смазке канавку, так что смазка хоть и окружает шестерню, но не касается ее.

6 Если червячный редуктор заменяется новым, убедитесь, что его тип соответствует механизму стеклоочистителя, поскольку угол, на который поворачиваются щетки стеклоочистителя, зависят от положения оси кривошипа. Этот угол обозначен цифрой, выбитой на червячном колесе, например 130°.

7 При установке нового червячного редуктора очень важно правильно установить на место все шайбы, относящиеся к шестерне, особенно гофрированной шайбы под шестерней. При сборке привода смажьте все движущиеся детали смазкой, рекомендуемой производителем.

8 **Двигатель стеклоочистителя не выключается** - это не очень частый отказ. Наиболее вероятной его причиной является поломка выключателя или короткое замыкание провода парковки электродвигателя на корпус. Иногда электродвигатель отключается при перегрузке, например при движении щеток по сухому стеклу или при низком напряжении, но не выключается при мокром стекле. В этом случае попробуйте отрегулировать выключатель-ограничитель парковки.

9 **Щетки не двигаются или двигаются слишком медленно.** Возможной причиной может быть чрезмерное загрязнение трубки гибкого привода или, для привода с жесткими тягами, заедание в шарнирах. В последнем случае следует также убедиться, что тяги не трутся о кузов автомобиля.

10 Для проверки исправности реечного привода снимите крышку червячного редуктора и отсоедините рейку от привода. Затем подвигайте рейку взад-вперед и посмотрите, двигаются ли при этом щетки - для этого требуется лишь небольшое усилие, порядка 2,5 кгс (6 фунтов, см. рис. 10.32). Если требуемое усилие значительно выше, вытащите рейку (сначала снимите рычаги щеток) и смажьте ее тугоплавкой смазкой.

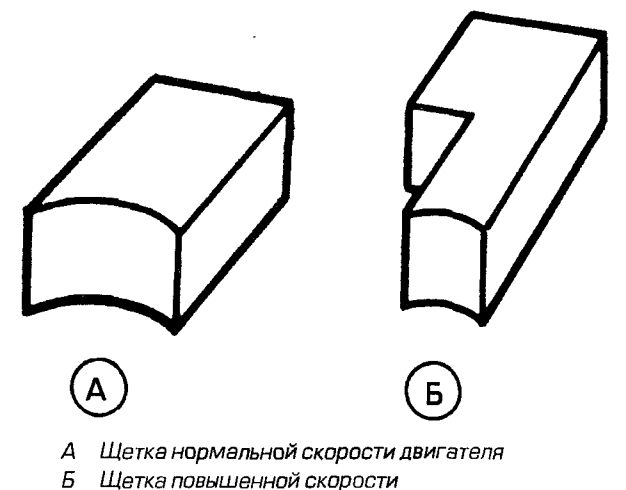


Рис. 10.30. Щетки электродвигателя стеклоочистителя

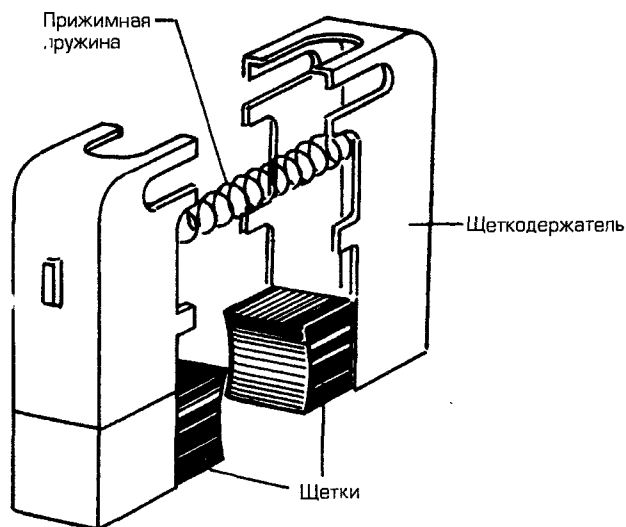


Рис. 10.31. Установка щеток в электродвигателе стеклоочистителей

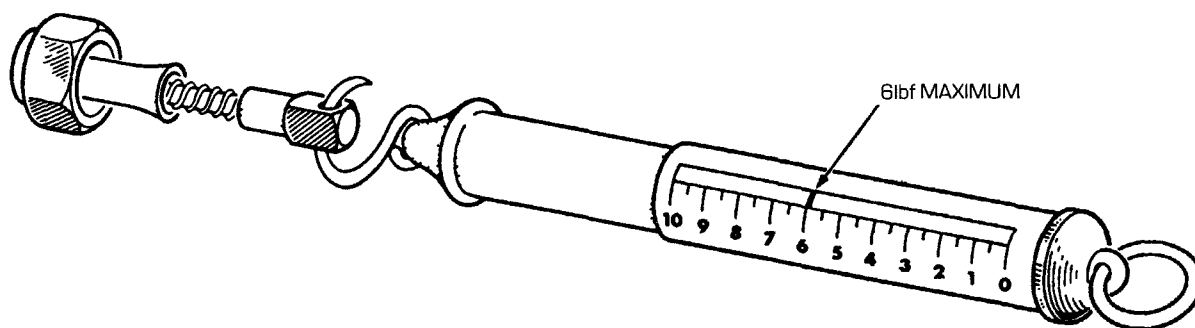


Рис. 10.32. Измерение силы трения в приводе стеклоочистителей

11 Чрезмерный износ рейки и шестерен привода рычагов приводит к появлению люфта в движении щеток (в нижней точке движения они могут задевать уплотнение лобового стекла или совершать неполное движение по стеклу). Иногда щетки могут вообще прекратить движение, хотя слышно, что мотор работает на высоких оборотах. Шестерни в приводах рычагов работают только в ограниченном секторе, поэтому развернув их на половину оборота, можно продлить их срок службы.

12 Для этого снимите сначала щетки и рычаги стеклоочистителей. В червячном редукторе снимите стопорное кольцо крепления шатуна к пальцу кривошипа и снимите шатун. Вытащите рейку настолько, чтобы она вышла из зацепления с шестернями в редукторах рычагов, затем разверните рейку на 180° и вставьте обратно, предварительно развернув шпиндели рычагов стеклоочистителей также на 180° . После этого соберите привод и отрегулируйте ход рычагов стеклоочистителей (см. рис. 10.21).

13 Если шестерни привода рычагов изношены слишком сильно, их следует заменить. Гайка крепления шестеренных приводов находится позади рычагов стеклоочистителей.

12 Щетки стеклоочистителей

1 Износ щеток происходит постепенно и решение об их замене может быть принято только при значительном снижении эффективности их работы. О необходимости замены щеток свидетельствуют следы размазываемой грязи по лобовому стеклу, рваные края рабочей кромки, а также возникновение областей на стекле, с которыми щетки вообще не контактируют.

2 Рекомендуется ежегодная замена щеток, причем заменить можно как всю щетку, так и ее резиновую вставку в отдельности. Если Вы решите заменить только резиновую вставку (как более дешевый вариант) убедитесь, что стальная часть щетки находится в хорошем состоянии. Штифты и отверстия могут быть настолько изношенными, что приводят к неэффективной работе стеклоочистителей. Если Вы решили приобрести только резиновую вставку, то вместе с ней необходимо купить и стальные насушилки, поскольку они имеют решающее значение в обеспечении контакта кромки со стеклом. Убедитесь, что приобретаемые детали имеют тот же самый тип, крепление и длину, что и заменяемые (см. рис. 10.33 и 10.34).

3 Прижимные пружины рычагов стеклоочистителей с течением времени ослабевают и рычаги нуждаются в замене. Натяжение пружин отрегулировано в заводских условиях, поскольку при слишком большом усилии увеличивается нагрузка на электродвигатель, а при слишком слабом - уменьшается эффективность стеклоочистителей.

4 Интенсивная вибрация стеклоочистителей может быть вызвана нарушением параллельности между стеклом и рычагами стеклоочистителей. Для проверки снимите щетки и проверьте параллельность рычагов и стекла. При необходимости слегка подогните рычаги.

13 Проверка двигателя стеклоочистителей

1 Большинство проводов электропроводки автомобиля объединены в разъемы; для проведения испытаний рекомендуется собрать переходник (см. рис. 10.35).

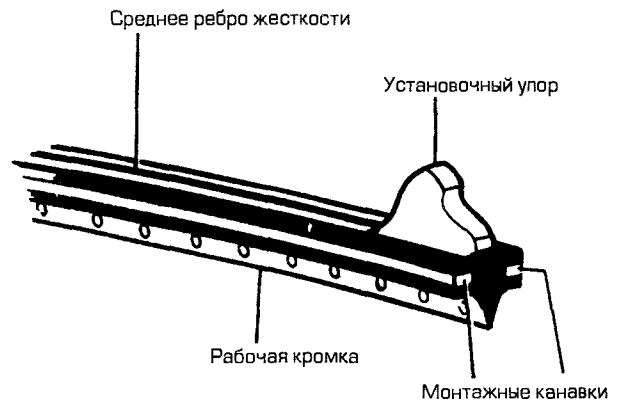


Рис. 10.33. Конструкция резиновой вставки щетки

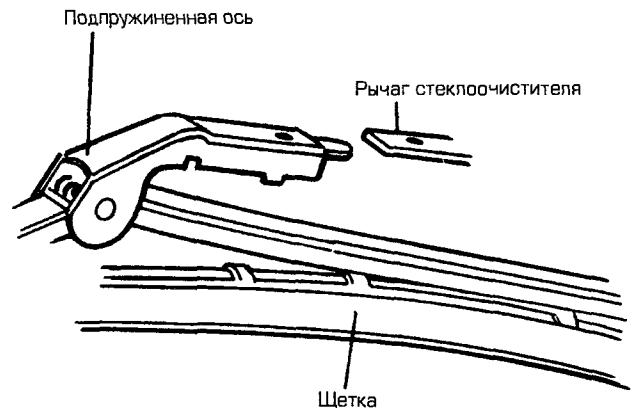


Рис. 10.34. Щетка со штыковым креплением к рычагу

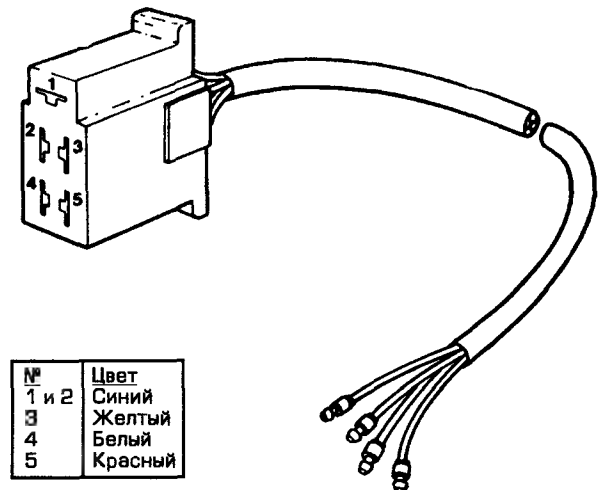


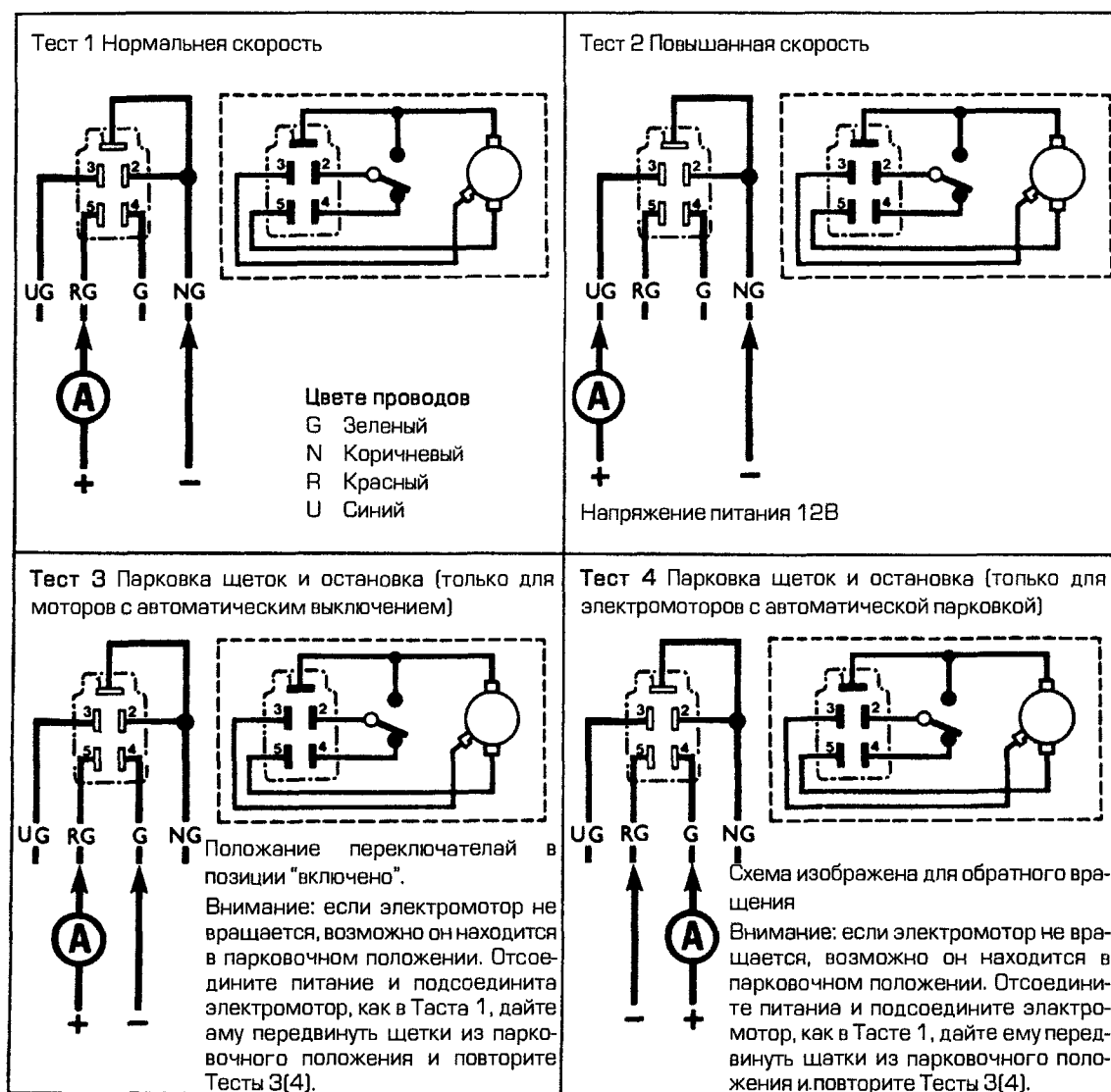
Рис. 10.35. Переходник для проверки двигателя стеклоочистителей системы Lucas

2 Для проверки электромотора отсоедините от него разъем электропроводки и соберите электрическую цепь с амперметром, как показано на рис. 10.36.

При выборе амперметра имейте в виду, что во время работы исправный электромотор потребляет ток от 2 до 4А.

	Положительная клемма аккумулятора	Отрицательная клемма аккумулятора	Тип электромотора	Действие
*Тест 1	Красный/зеленый	Коричневый/зеленый	Все типы	Электромотор начинает вращаться с нормальной скоростью
*Тест 2	Синий/Зеленый	Коричневый/зеленый	Только для двухскоростных электромоторов	Электромотор вращается с повышенной скоростью
Тест 3	Красный/зеленый	Зеленый	Только для моторов с автоматическим выключением	Мотор вращается до парковочного положения и останавливается
Тест 4	Зеленый	Красный/зеленый	Только для электромоторов с автоматической парковкой	Мотор перемещает рычаги в парковочное положение (за границей стекла) и останавливается

* Не отсоединяйте питания от электромотора, когда щетки стеклоочистителей находятся в парковочном положении



Все тесты проводятся на влажном стекле

Рис. 10.36. Тесты для проверки электромотора стеклоочистителей (цвета электропроводки приведены для системы Lucas)

Дополнительные испытания

Внимание. Очень важно соблюдать правильную полярность подключения.

Если электромотор не функционирует во время проведения одного или нескольких предыдущих тестов, это свидетельствует о неисправности электромотора. Однако если двигатель исправен, то неисправность заключается в выключателе или электропроводке автомобиля.

Если во время проведения испытания электромотора сила тока превышает 4А, снимите рычаги и щетки стеклоочистителя и повторите испытание. Если сила тока остается на прежнем уровне - это свидетельствует о чрезмерном трении в приводе рычагов. Отсоедините привод от электромотора и снова повторите проверку. Если ток остался чрезмерно высоким - это говорит о неисправности электромотора. Проверьте при помощи безмена усилие для вращения рычагов - оно не должно превышать 2,5 кгс, в противном случае разберите привод и устраните причину повышенного сопротивления.

Внимание. Помните, что повышенное трение в приводе приводит к перегрузке электромотора. Замена электромотора не решит этой проблемы.

Если при снятии рычагов и щеток стеклоочистителей трение резко уменьшается, проблема заключается в чрезмерно загрязненном стекле или неисправности рычагов или щеток.

Глава 11 Освещение

Содержание

Осветительные приборы	1
Электрические цепи и выключатели	2
Система яркого-тусклого света фар	3
Лампы накаливания	4
Недостатки раздельных лампы и рефлектора	5
Срок службы и интенсивность свечения ламп накаливания	6

Вольфрамо-галогенные лампы накаливания	7
Лампа-фара	8
Классификация ламп накаливания	9
Фары	10
Системы с четырьмя фарами	11
Регулировка фар	12

1 Соглашения об осветительных приборах

1 В странах Европы, которые входят в ЕВРОПЕЙСКОЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СООБЩЕСТВО приняты единые требования на осветительное оборудование автомобилей. Установка оптических сигнальных приборов на автомобилях регламентирована Директивой 76/756.

2 В большинстве стран приняты также дополнительные требования, определяющие, что автомобиль (транспортное средство, оборудованное двигателем) должно иметь два передних габаритных огня, два задних красных фонаря, два задних красных светоотражателя (рефлектора) и освещение номерных знаков.

Во Франции приняты передние габаритные огни желтого цвета, но в большинстве стран они имеют белый цвет.

3 В Великобритании обязательные передние фонари должны располагаться на одинаковой высоте и, если мощность ламп превышает 7 Вт, должна обеспечиваться возможность опускания светового луча с целью предотвращения ослепления встречных водителей.

Оба передние фонаря должны быть одного типа и иметь одинаковую мощность, кроме того, они должны располагаться на одинаковом расстоянии от центра автомобиля.

4 Лампы задних фонарей должны иметь мощность не менее 5 Вт. Обычно задние фонари оснащены красными светоотражательными линзами для дополнительной безопасности в случае перегорания лампы.

5 На автомобиле должны быть установлены два стоп-сигнала с лампами, имеющими мощность по 21 Вт каждая.

6 Спереди и сзади должны быть установлены по два указателя поворота желтого цвета (мощность не менее 21 Вт). На передних крыльях должны быть установлены дополнительные повторители указателей поворота с лампами мощностью по 5 Вт.

7 В настоящее время на всех автомобилях устанавливаются фонари заднего хода. Максимальное число фонарей заднего хода - две. Мощность ламп обычно равна 21 Вт; эти фонари включаются одновременно с включением заднего хода в коробке передач и выключаются при выключении передачи заднего хода.

В Для достижения лучшего эффекта все лампы, устанавливаемые сзади, объединяются в два блока, расположенных слева и справа. Это дает возможность использования внутренних рефлекторов большего размера.

Линзы осветительных приборов разработаны таким образом, чтобы обеспечить рассеивание света; их внутренняя поверхность состоит из множества небольших линз.

Внешняя сторона линз состоит из длинных горизонтальных клиньев. Это сделано для уменьшения загрязнения поверхности линзы.

9 Лампы всех осветительных элементов всегда соединяются параллельно, поэтому ток в электросети равен сумме токов, потребляемых всеми лампами.

10 Вспомогательные фары дальнего света должны включаться одновременно с фарами дальнего света, поскольку они должны быть выключены при приближении встречного автомобиля.

Лампы дальнего света (ввиду их большой мощности) включаются при помощи реле.

11 Задние противотуманные фонари большой яркости разрешается использовать только в условиях плохой видимости; они должны включаться одновременно с передними фарами. На приборной панели должен быть установлен индикатор включенных задних противотуманных фонарей.

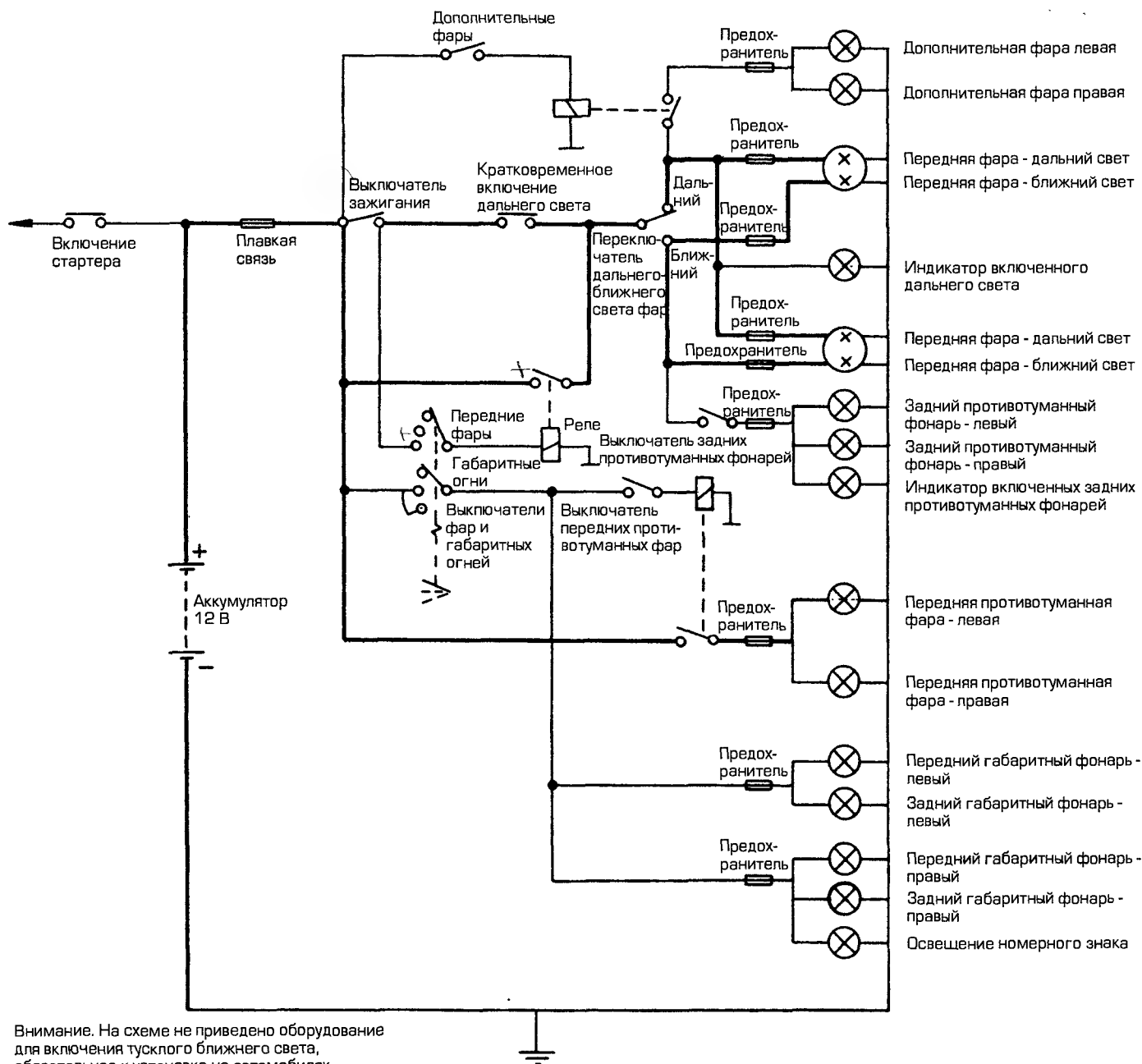
2 Электрические цепи и выключатели

1 Схемы электропроводки служат для того, чтобы:

(а) показать электрическую цепь и приблизительное расположение на автомобиле, или

(б) в удобной форме показать электрические соединения без указания конкретного местоположения элемента.

2 На рис. 11.1 показано общее расположение ламп и выключателей. Многие лампы имеют большую мощность и включаются при помощи реле (для уменьшения нагрузки на выключатели). На современных автомобилях реле используются гораздо шире, чем на ранних моделях. Часто реле устанавливаются в коробке с плавкими предохранителями.



Внимание. На схеме не приведено оборудование для включения тусклого ближнего света, обязательное к установке на автомобилях, выпущенных с апреля 1987 г. Дополнительные сведения см. в тексте.

Не показаны проводка тусклого света

Рис. 11.1. Общая схема подключения осветительных приборов

3 Вопрос о защите цепей плавкими предохранителями является спорным, поскольку это приводит к внезапным отказам приборов освещения и уменьшает безопасность движения. В схеме, приведенной на рис. 11.1 установлены индивидуальные плавкие предохранители у каждой лампы. При выходе из строя одного предохранителя или лампы остальные лампы остаются исправными.

Другим решением этой проблемы является использование термовыключателя. Он состоит из биметаллической полосы с катушкой, через которую проходит ток питания лампы. Если происходит короткое замыкание, катушка нагревается и

биметаллическая полоса изгибается, размыкая контакты питания лампы. После охлаждения полосы контакты замыкаются снова и лампа загорается. Этот процесс происходит достаточно быстро, а средний ток в этой цепи поддерживается на низком уровне. Лампа работает, но ее свет очень тусклый. Это позволяет добраться до гаража с соблюдением мер предосторожности.

4 Обретите внимание на плавкую связь (см. рис. 11.1), установленную в цепь питания всех электроприборов автомобиля, за исключением цепи стартера. Плавкая связь представляет собой легкоплавкую секцию провода, которая размыкает цепь питания при возникновении слишком большого тока.

3 Тусклый ближний свет

1 Тусклый ближний свет означает работу нити ближнего света передней фары с уменьшенной яркостью. Интенсивность тусклого свете должна составлять: 10% от нормальной яркости для галогенных ламп и 15% - для обычных ламп накаливания.

Начиная с апреля 1987 г. все автомобили для европейского рынка оборудуются подобной системой. Это гарантирует, что автомобиль не может двигаться с одними габаритными огнями.

Все осветительные приборы, кроме габаритных огней, могут быть выключены только тогда, когда автомобиль припаркован, а зажигание выключено.

Наличие системы тусклого света не препятствует включению ближнего света с обычной яркостью, если включены передние фары.

Это требование не распространяется на транспортные средства, максимальная скорость которых не превышает 40 км/ч, военные транспортные средства и мотоциклы (без коляски и с коляской).

2 Применяются два основных метода обеспечения тусклого света фар:

Электронный преобразователь напряжения (Lucas 14DA)

Из приведенной на рис. 11.2 схемы видно, что при работающем двигателе и зажженных габаритных огнях уменьшение интенсивности достигается при подключении ламп передних фар к клемме 2. Электронный преобразователь уменьшит напряжение до необходимого значения.

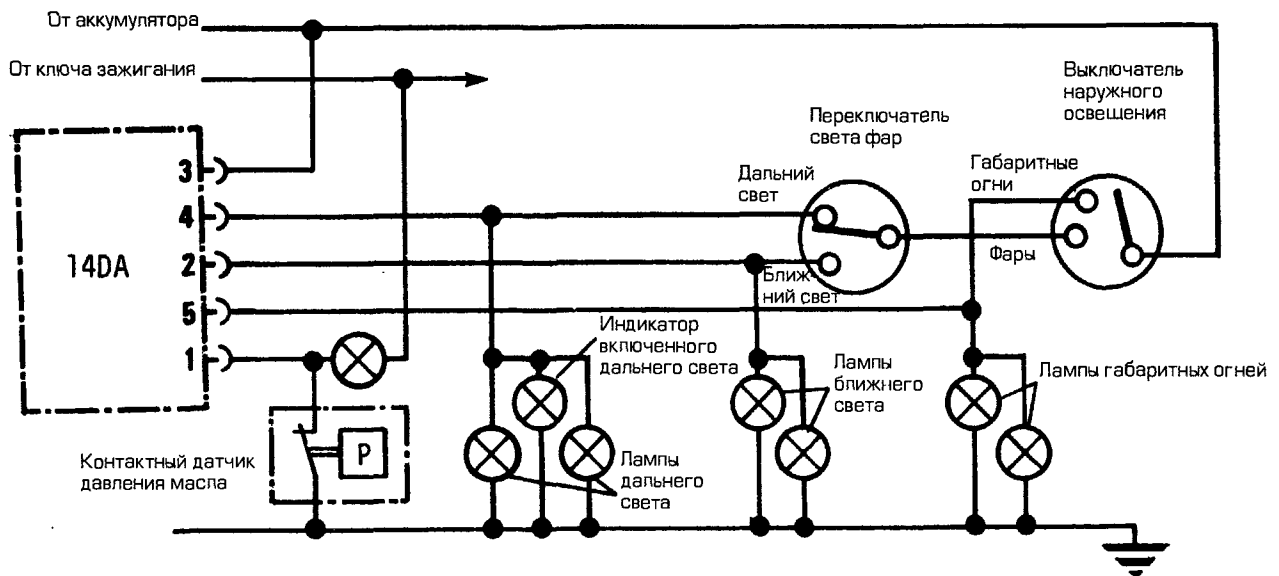


Рис. 11.2. Уменьшения яркости ближнего света фар при помощи электронного преобразователя напряжения (Lucas 14DA)

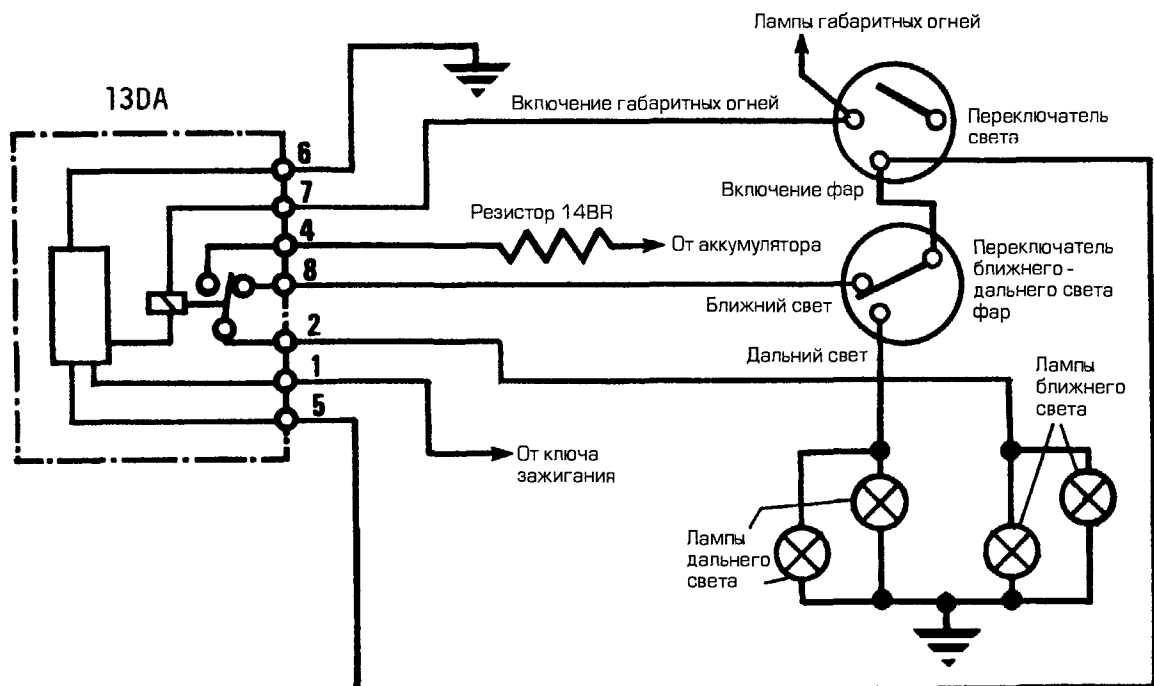


Рис. 11.3. Изменения света фар при помощи резистора (Lucas 13DA)

Для того, чтобы электронный преобразователь работал, необходимо, чтобы выключатель датчика давления масла был разомкнут, то есть двигатель должен быть запущен.

Резисторный метод (Lucas 13DA)

В эту схему (см. рис. 11.3) добавлен резистор 14BR, включаемый последовательно с лампами фар. Резистор включается при помощи интегральной схемы. При включенном зажигании и переключателе фар в положении ближнего света реле подключает резистор последовательно с лампами фар и уменьшает интенсивность света. При переключении фар в положение яркого света резистор отключается.

4 Лампы накаливания

1 Нить накаливания автомобильных ламп, как правило, изготавливается из вольфрама и нагревается при включении до температуры 2300°C.

2 До последнего времени нити ламп накаливания заключались в колбы, из которых откачивался воздух. Современные лампы имеют колбы, заполненные газом. Это увеличивает их к.п.д. и, поскольку используется инертный газ (обычно, аргон), полностью отсутствует взаимодействие нити накаливания с окружающей средой. При

этом резко увеличивается срок службы ламп. Нити накаливания имеют форму спирали, что увеличивает интенсивность свечения и уменьшает конвективную потерю тепла.

3 В фарах обычно устанавливаются лампы, имеющие по две нити накаливания - для дальнего и ближнего света фар (см. рис. 11.4,

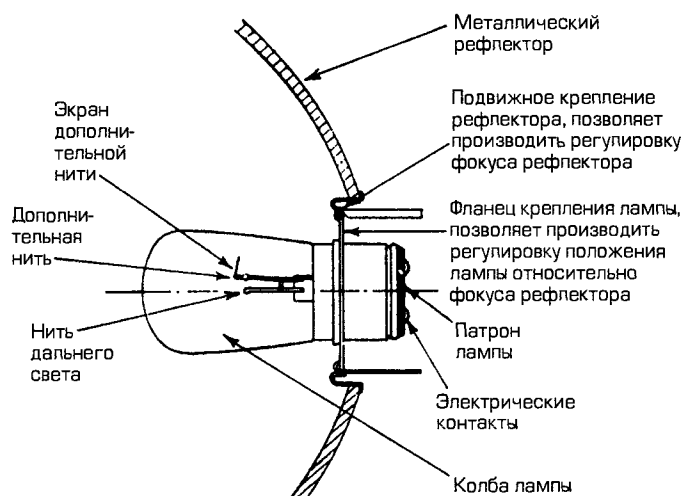
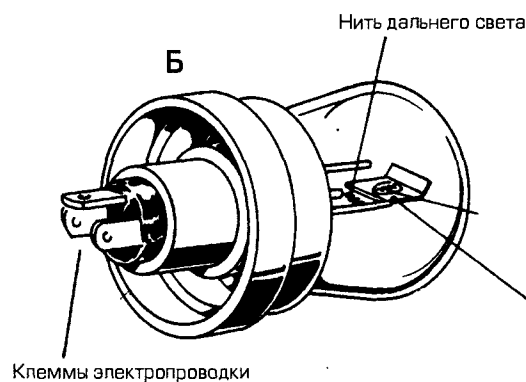
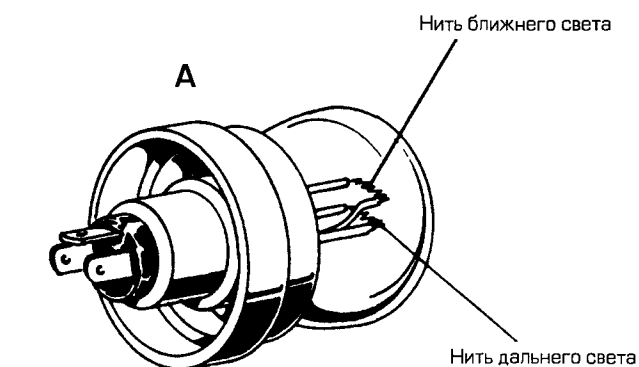


Рис. 11.4. Двухнитевая лампа с дополнительным экраном



А Смещенная нить
Б Экранированная нить

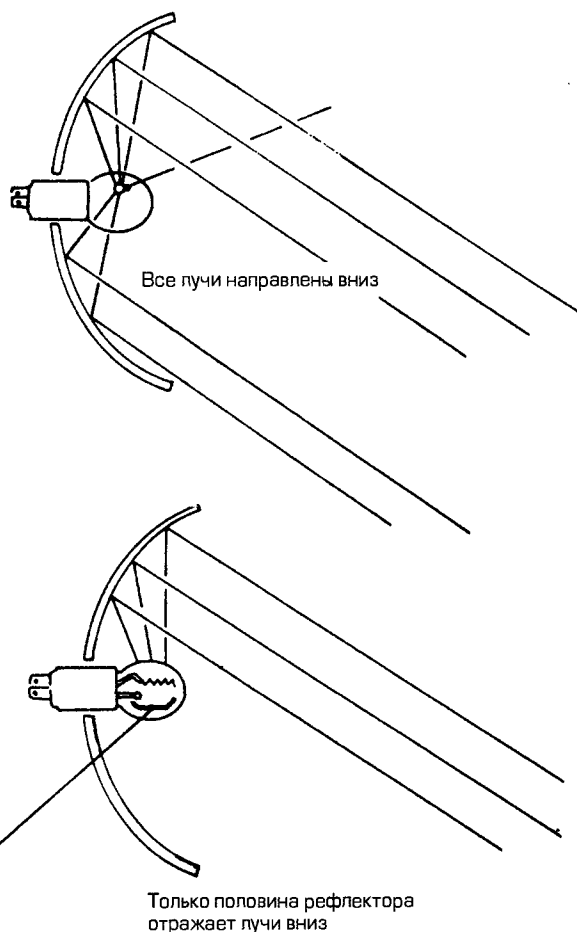


Рис. 11.5. Лампы передних фар

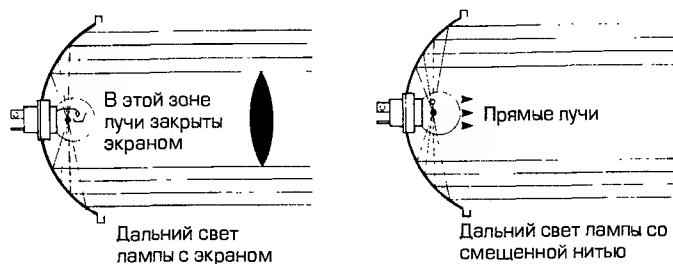


Рис. 11.6. Формирование луча лампами с экранированной и смещенной нитью

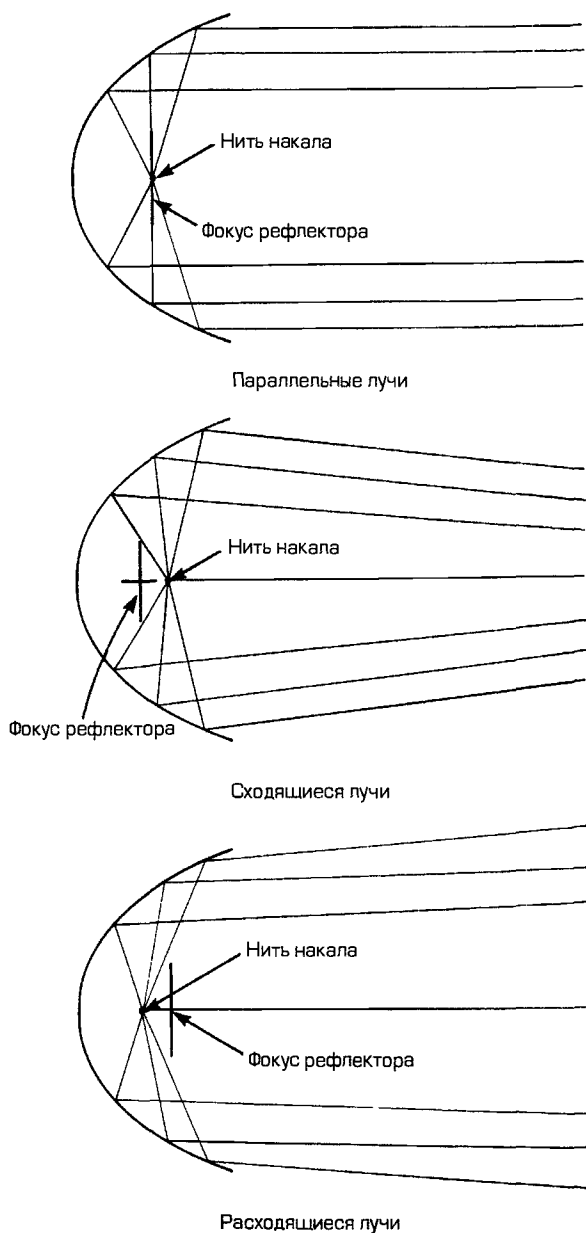


Рис. 11.7. Направления луча в зависимости от взаимного расположения нити и фокуса рефлектора

11.5 и 11.6). Как правило, используются два способа фокусировки нитей ближнего света:

- (а) Смещенная нить накала - нить накала устанавливается выше фокуса рефлекторе
- (б) Экранированная нить накала - нить ближнего света с одной стороны закрыта экраном, который допускает луч света только к одной стороне рефлектора. При включенном дальнем свете лучи параллельны друг другу и не отклоняются экраном.

5 Недостатки раздельных лампы и рефлектора

1 В течение многих лет двухнитевые лампы накаливания для передних фар изготавливались с максимальной высокой точностью для обеспечения фокусировки лучей при переключении света.

2 Однако эта точность оказывается недостаточной для обеспечения надлежащей регулировки лучей. Кроме того, существует погрешность расположения нити в фокусе рефлектора (см. рис. 11.7). Дополнительно к этому, около 20% свете теряется из-за почернения колбы лампы в верхней части, а кроме того, из-за испарения вольфрама и оседания на колбе теряется еще около 15% света. Это пятно, проектируясь на рефлектор, увеличивается, что дает серьезные искажения регулировки света (см. рис. 11.8).

3 Наконец, из-за окисления и загрязнения, рефлектор теряет эффективность отражения настолько, что за четыре года эксплуатации его отражающая способность уменьшается на 60%. Большинство этих неприятностей происходит из-за того, что лампа и рефлектор представляют собой раздельные единицы. Объединение их в один герметически закрытый блок позволяет значительно продлить срок службы этих изделий.

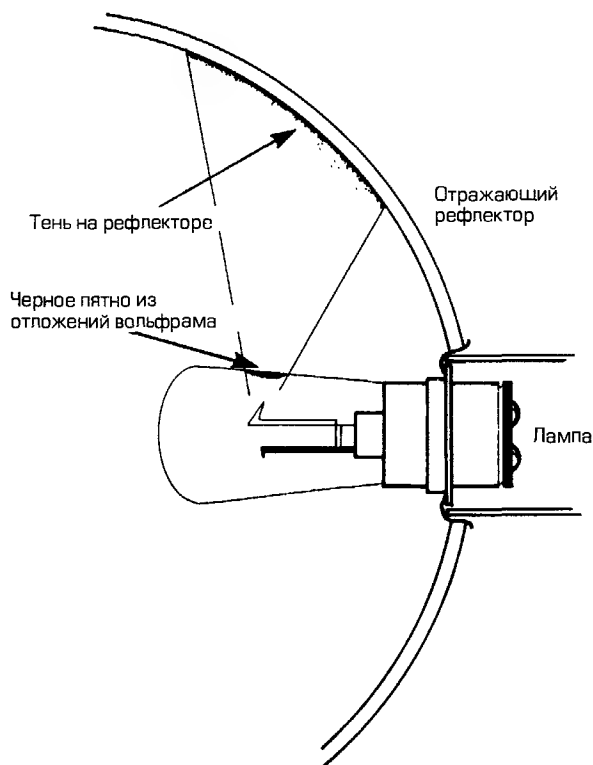


Рис. 11.8. Уменьшение яркости света из-за почернения колбы

6 Срок службы и интенсивность свечения ламп накаливания

1 На срок службы автомобильных ламп накаливания влияют две основных фактора:

- (а) Напряжение питания
- (б) Вибрация

Уменьшение вибрации достигается за счет усовершенствования подвески автомобиля, а большая точность современных регуляторов напряжения приводит к увеличению срока службы автомобильных ламп.

Ниже приведено влияние напряжения на срок службы. Превышение напряжения только на 5% уменьшает срок службы лампы на 50%, что доказывает необходимость точной регулировки напряжения.

7 Вольфрамо-галогенные лампы накаливания

1 В последние два десятилетия в автомобильной промышленности все шире и шире используются лампы нового поколения. Вольфрамо-галогенные лампы (они могут называться иодно-кварцевыми, кварце-галогенными или иодно-вольфрамовыми) представляют собой лампу накаливания, имеющую несколько большую яркость и увеличенный срок службы, по сравнению с обычными лампами. Существует несколько факторов, определяющих высокий к.п.д. и большой срок службы галогенных ламп.

2 В обычных лампах происходит непрерывное испарение вольфрама с нити накаливания.

При увеличении температуры нити накаливания происходит ускоренное испарение вольфрама, который оседает на колбе лампы, поэтому яркость свечения лампы не увеличивается, а наоборот, уменьшается.

3 Известно, что при добавлении галогенов к инертному газу, заполняющему колбу лампы накаливания, происходит увеличение яркости свечения и срока службы лампы.

4 При испарении вольфрама с нити накаливания его атомы начинают двигаться к поверхности стеклянной колбы. Поскольку между нитью накала и поверхностью стекла существует разность температур, при достижении атомами вольфрама зоны, где температура составляет приблизительно 1450°С, галоген соединяется с вольфрамом, образуя соль вольфрама (см. рис. 11.9), что препятствует осаждению вольфрама на стекле.

5 При включении лампы температура повышается (на поверхности нити она составляет около 2000°С) и при достижении температуры 1450°С начинается разложение соли вольфрама на вольфрам и галоген. Некоторые атомы вольфрама оседают на нити накаливания, другие образуют вокруг нее облако, препятствующее испарению вольфрама.

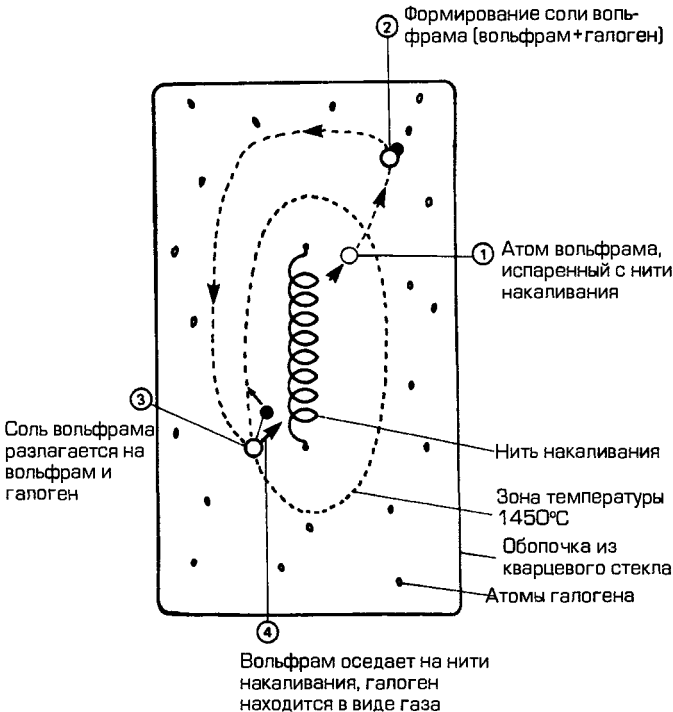


Рис. 11.9. Регенерация вольфрамовой нити в вольфрамо-галогенной лампе

Поскольку испарение вольфрама уменьшается появляется возможность для увеличения температуры нити накаливания и, соответственно, яркости свечения. Кроме того, поскольку испаренные атомы вольфрама возвращаются обратно к нити (эффект регенерации), срок службы лампы увеличивается, а в связи с тем, что атомы вольфрама не оседают на стекле не происходит потемнения лампы и уменьшения яркости свечения в процессе эксплуатации.

6 В современных лампах в качестве галогена используется йод, который переходит в газообразное состояние только при температуре свыше 250°С. Для обеспечения этого условия иодно-вольфрамовые лампы накаливания изготавливаются маленького размера. Колбы этих ламп изготавливаются из термостойкого кварцевого стекла. Поскольку кварцевое стекло более прочное, чем обыкновенное, это позволило увеличить давление газа внутри лампы, что привело к уменьшению испарения вольфрама.

7 Увеличение давления газа и усиление эффекта регенерации вольфрама привело к созданию лампы с высокой яркостью, которая остается практически постоянной в течение всего срока службы лампы.

8 Галогенные лампы имеют два существенных недостатка:

- (а) Лампы накаливания нельзя касаться руками, поскольку соль с пальцев может окрасить кварцевое стекло. Если это произошло, колбу холодной лампы необходимо протереть метиловым спиртом.

Напряжение, В	11,48	12,15	12,83	13,5	14,1В	14,85	15,2
Напряжение, %	85	90	95	100	105	110	120
Относительная яркость лампы, %	53	67	83	100	120	145	200
Относительный срок службы, %	1000	440	210	100	50	28	6

(б) Срок службы галогенной лампы зависит от ее рабочей температуры. При низком напряжении падает не только яркость свечения, но и уменьшается срок службы.

8 Лампа-фара

1 Традиционно фары состоят из отдельных компонентов - лампы накаливания, стекла, рефлектора, петрона и т.д.

При этом необходимо точное размещение нити накала в фокусе. Кроме того, поверхность рефлектора и внутреннюю поверхность стекла необходимо поддерживать в чистоте.

В более поздних моделях автомобилей используется фара с алюминиевым отражателем, выполненными в виде единого блока с передним стеклом. Однако при использовании отдельной лампы внутрь блока все равно попадает пыль и грязь. Фары этого типа используются и в настоящее время, так как имеют низкую стоимость по сравнению с полностью герметичными лампами (лампами-фарами).

2 Показанная на рис. 11.10 лампа-фара имеет две нити накаливания, расположенные с высокой точностью в фокусе рефлектора.

В переднем стекле расположены линзы для обеспечения правильной фокусировки лучей для дальнего и ближнего света. Преломляющие призмы позволяют точно фокусировать лучи, поскольку переднее стекло выполнено из толстого (толщиной от 3 до 5 мм) боросиликатного стекла.

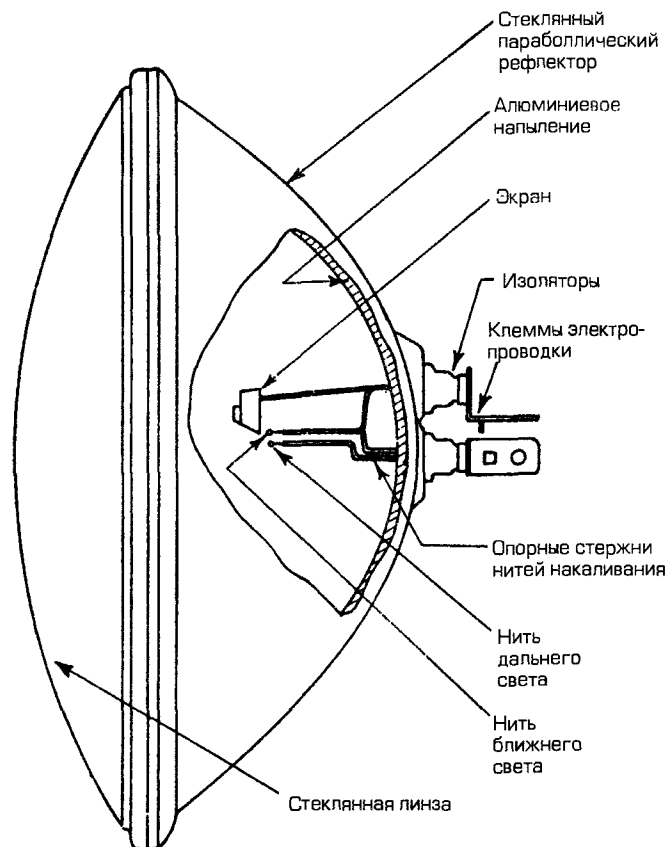


Рис. 11.10. Устройство лампы-фары

Поверхность рефлектора имеет елюминиевое напыление, а сама лампа-фара заполнена инертным газом.

В некоторых лампах-фарах внутри блока дополнительно расположена лампа габаритного огня.

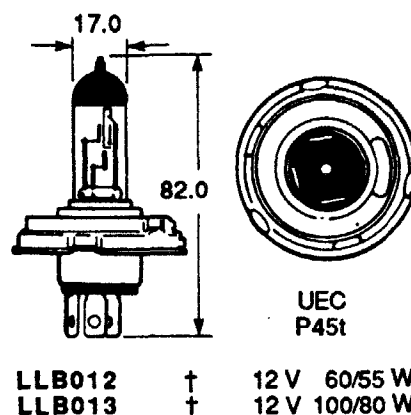
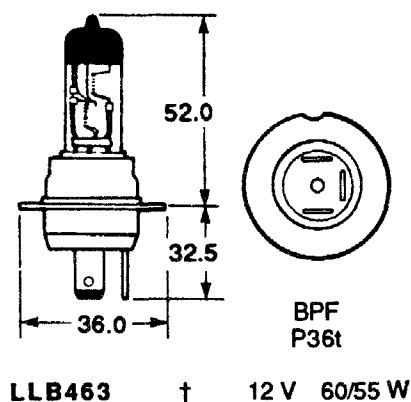
3 Эта конструкция почти не снижает яркости из-за испарения вольфрама, поскольку он оседает на очень большой поверхности. По результатам испытаний выявлено, что при эксплуатации в течение 5 лет лампа-фара сохраняет до 98% своей яркости, в то время как обычная фара - только 58%.

4 Однако подобная конструкция имеет два серьезных недостатка:

(а) Относительно высокая стоимость

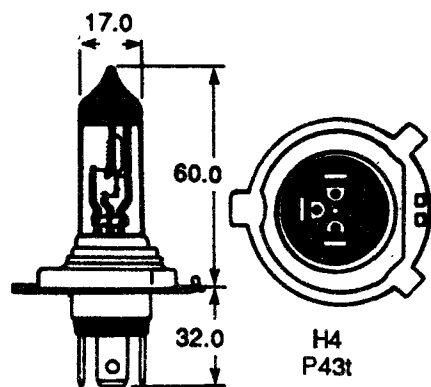
(б) Немедленный выход из строя при возникновении трещины в линзе.

Поскольку во многих странах для иностранных туристов введено требование иметь полный комплект запасных ламп, это сильно ограничивает популярность лемп-фар.

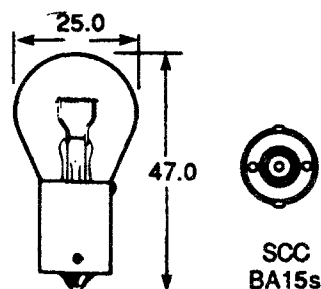


LL Лампы фирмы Lucas # Левостороннее движение
+ Галогенные лампы ++ Повышенной мощности
Y Желтые

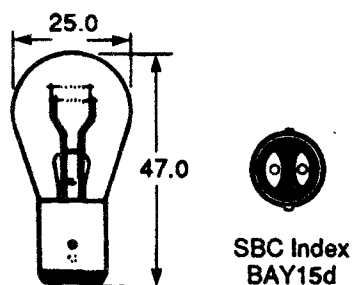
Рис. 11.11. Лампы общего назначения



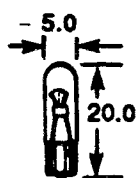
LLB472	†	12 V	60/55 W
LLB475	†	24 V	75/70 W
LLB476	† Y	12 V	60/55 W
LLB484	†	12 V	100/80 W



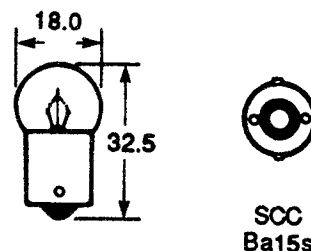
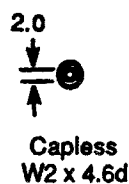
LLB240		12 V	15 W
LLB241		24 V	21 W
LLB290	‡	24 V	21 W
LLB317		6 V	18 W
LLB339		24 V	24 W
LLB343	Y	12 V	21 W
LLB382		12 V	21 W



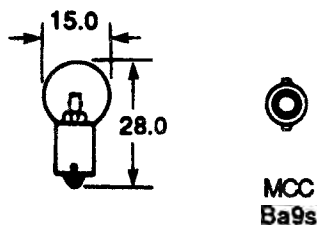
LLB334	24 V	6/24 W
LLB380	12 V	5/21 W
LLB384	6 V	5/21 W



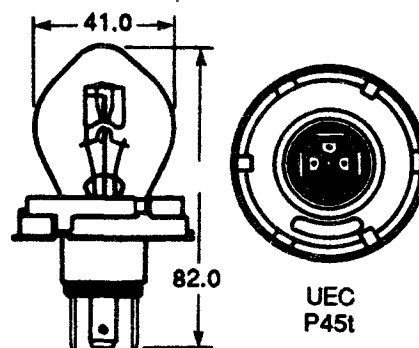
LLB286	12 V	1.2 W
LLB509	24 V	1.2 W
LLB924	12 V	2 W
44-621-109-95 G	12 V	1.2 W
44-621-109-97 A	12 V	1.2 W



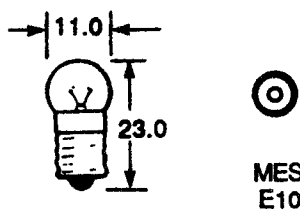
LLB149	24 V	5 W
LLB205	6 V	5 W
LLB207	12 V	5 W



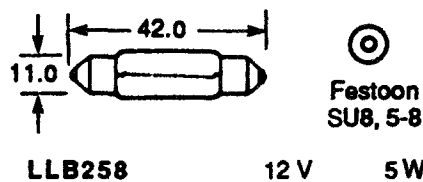
LLB227	24 V	6 W
LLB651	24 V	2.8 W
LLB951	6 V	5 W
LLB989	12 V	5 W



LLB410		12 V	45/40 W
LLB411	Y	12 V	45/40 W
LLB416		12 V	60/40 W
LLB417	#	12 V	60/40 W



LLB650	24 V	3 W
LLB987	12 V	2.2 W
LLB990	6 V	2 W



LLB258	12 V	5 W
--------	------	-----

Рис. 11.11. Лампы общего назначения

9 Классификация ламп накаливания

1 В соответствии с международными соглашениями автомобильные лампы накаливания классифицируются по форме, нити накаливания и конфигурации.

Лампы, имеющие маркировку "Е" предназначены для использования в странах Европейского Экономического сообщества. После буквы "Е" указывается номер, обозначающий страну-изготовитель.

На рис. 11.11 указаны обозначения ламп общего назначения.

2 Нити накаливания могут быть расположены параллельно оси симметрии лампы или перпендикулярно к ней. Большинство ламп имеет одну нить накаливания, хотя есть лампы с двумя нитями в одном корпусе.

В двухнитевой лампе одна нить расположена в фокусе отражателя и предназначена для дальнего света, вторая нить смещена относительно фокуса и предназначена для ближнего света.

Другие двухнитевые лампы, например, лампа 12В 5/21Вт (SBC Index BAY 15d) предназначены для задних фонарей. При этом нить мощностью 5 Вт используется для габаритного огня, а нить мощностью 21 Вт - для стоп-сигнала.

Размер колбы галогенной лампы типа Н4 намного меньше, чем для обычной лампы той же мощности.

Обратите внимание на то, что в бесцокольных лампах типа W2x4.6d, присоединительные контакты образованы загнутыми концами проводов, выходящих из колбы.

10 Фары

1 Английские и американские фары имеют круглую форму и маркировку 1 или 2 на линзе. Номер 1 (или отсутствие номера) указывает на то, что фара предназначена для дальнего света, а цифра 2 - для ближнего. Эти лампы имеют симметричное распре-

деление дальнего света. Ближний свет имеет несимметричную форму. Для Англии освещается левая сторона (обочина), в то время как справа интенсивность фары значительно меньше. Это достигается за счет смещения нити ближнего света от фокуса рефлектора и специальными призмами в линзах фар.

2 Свет ламп ближнего света характеризуется отсутствием четкой границы в отличие от фар европейских автомобилей. Это приводит к большему ослеплению встречных водителей.

3 Европейские фары могут иметь разные формы, например, в виде клина, круга или прямоугольника. Номер 2 на линзе обозначает, что регулировка фары выполнена для лучей ближнего света.

Линза и рефлектор выполнены в виде единого блока, лампа представляет собой отдельную единицу.

Эти фары имеют четкую границу света и тени, что позволяет выполнить регулировку лучей.

В Англии распределение света горизонтально (см. рис. 11.12) и имеет подъем 15° слева от оси автомобиля.

4 Линзы автомобильных фар, в основном, изготавливаются из стекла, хотя в настоящее время ведутся работы по изготовлению линз из специального пластика.

Линза состоит из призм и маленьких линз, которые служат для обеспечения фокусировки лучей дальнего света с одной стороны, и широкого распределения лучей ближнего света - с другой (см. рис. 11.13).

Это решение является компромиссным, но для современных фар эти условия выполняются достаточно эффективно.

5 Фары с секционным рефлектором имеют рефлектор, выполненный из нескольких секций.

Секции представляют собой параболоиды с различными фокусными расстояниями, установленные таким образом, чтобы их фокусы находились в одной точке (см. рис. 11.14).

В результате такой рефлектор обеспечивает хорошую фокусировку луча дальнего света и, одновременно, широкое распределение ближнего света по бокам и впереди автомобиля.

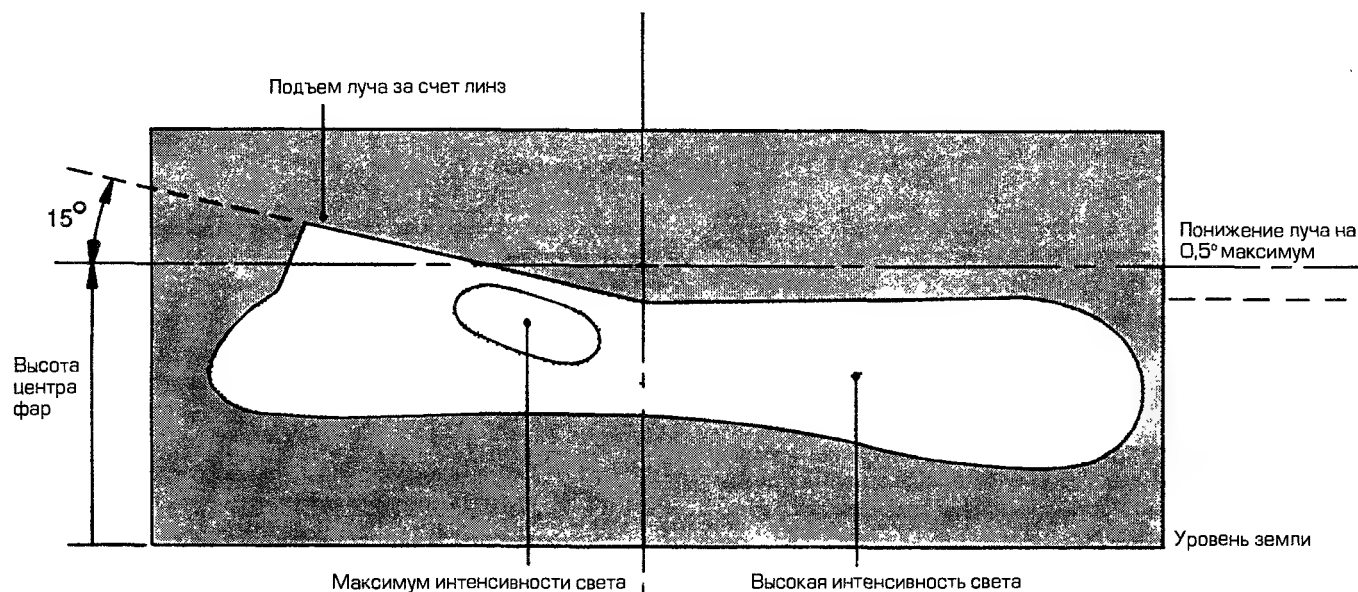


Рис. 11.12. Правильная регулировка ближнего света для европейских фар (стандарт Великобритании)

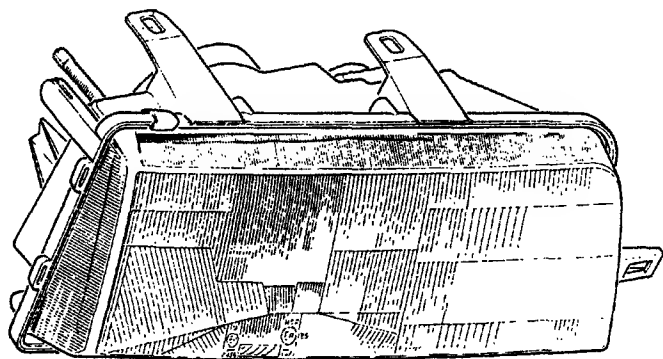
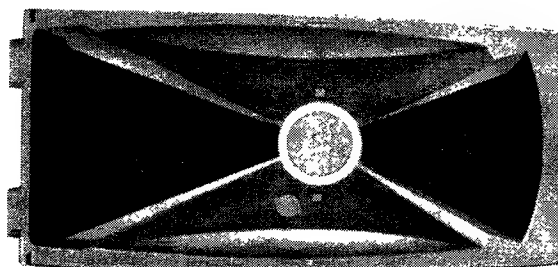
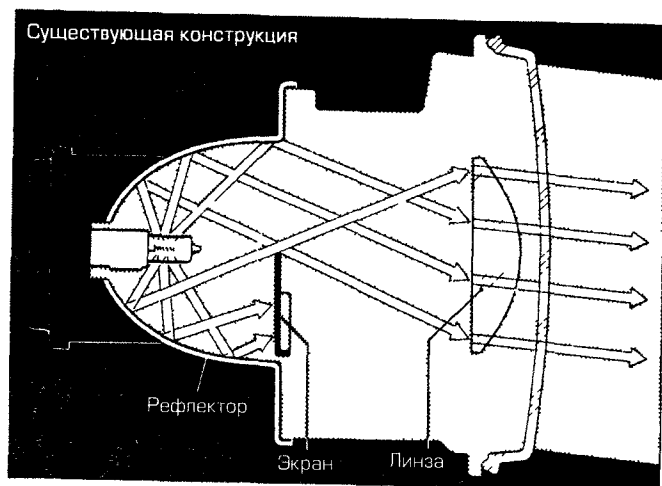


Рис. 11.13. Линза фары с дополнительной призмой боковой подсветки (Lucas 48FR)

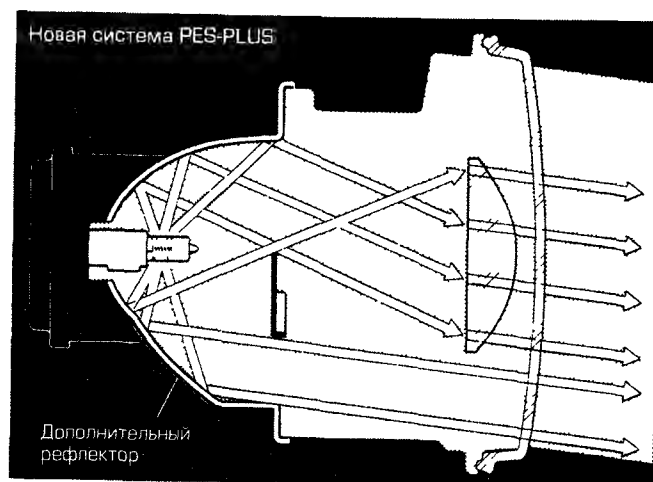
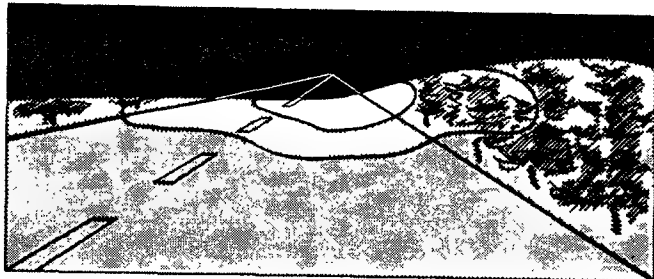


С BOSCH

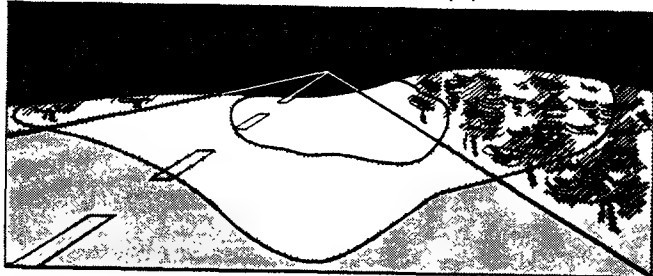
Рис. 11.14. Фара с секционным рефлектором



Распределение света



Распределение света у модернизированной фары



С BOSCH

Рис. 11.15. Многоэллипсоидная фара

Центральная секция рефлектора, имеющая короткое фокусное расстояние предназначена для освещения в ближнем диапазоне и по сторонам.

Остальные секции обеспечивают фокусировку луча дальнего света.

Фары этого типа используются в автомобилях с низким расположением фар.

6 Многоэллипсоидные фары, недавно разработанные фирмой Bosch, имеют диаметр всего 60 мм (площадь поверхности 28 см²), в то время, как дальность их действия такая же, как у фар, имеющих диаметр, в 4 раза больший.

В этой фаре объединены нити ближнего и дальнего света. Нижняя часть рефлектора имеет кривизну, отличную от верхней, что дает более оптимальную фокусировку и распределение лучей (см. рис. 11.15).

7 Фары с авторегулировкой при различной загрузке автомобиля. При увеличении нагрузки на заднюю ось свет фар становится выше, что может привести к ослеплению встречных водителей.

Для предотвращения этого фирма Lucas в 1989 году выпустила фару 55FRP с авторегулировкой положения для автомобиля Vauxhall Cavalier. Особенностью этой фары является возможность замены линзы, закрепленной при помощи 6 зажимов (см. рис. 11.16).

На рис. 11.17 показана конструкция этой фары с мотором регулировки (ф. (b)) - галогенная лампа дальнего света.

8 Сдвоенные фары. Конструкция фирмы SEV Marchal, включающая фару с двумя лампами и двумя рефлекторами (см. рис. 11.18).

Яркость света 7-дюймовой галогенной лампы составляет 72000 канделл, что более, чем в два раза превышает яркость стандартной лампы.

Небольшой блок, состоящий из лампы с рефлектором предназначен для дальнего света.

11 Системы с четырьмя фарами

1 Универсальные фары с достаточной точностью могут обеспечить дальний и ближний свет, хотя это требует высокой точности изготовления. Использование четырех фар дает возможность

разделения дальнего и ближнего света в отдельных фарах (см. рис. 11.19).

2 Фары в таких системах обычно установлены горизонтально или одна пара несколько выше другой; кроме того, обычно диаметр этих фар меньше, чем у автомобилей с двумя фарами (146 мм вместо 170 мм).

3 Внутренние фары имеют лампы с одной нитью накала, обеспечивающие дальний свет. Лампы во внешних фарах расположены в фокусе рефлекторов, что дает хорошее распределение ближнего света и хорошее боковое освещение. Кроме того, во внешних фарах имеется дополнительная нить накала, которая используется при включении дальнего света.

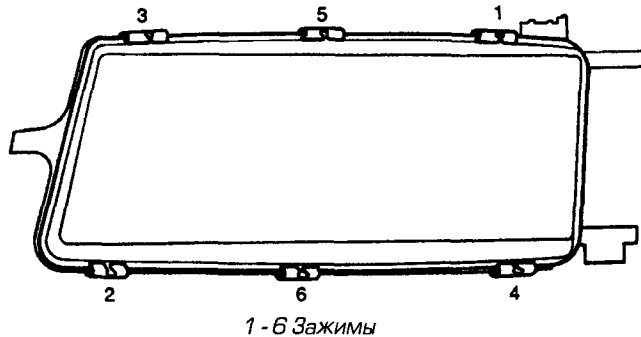


Рис. 11.16. Крепление линзы к фаре (Lucas 55FRP)

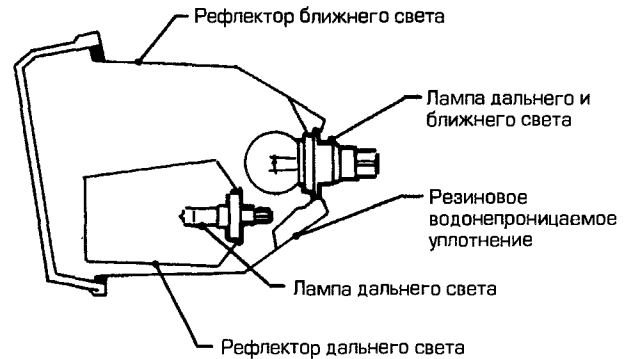


Рис. 11.18. Фара с двумя рефлекторами

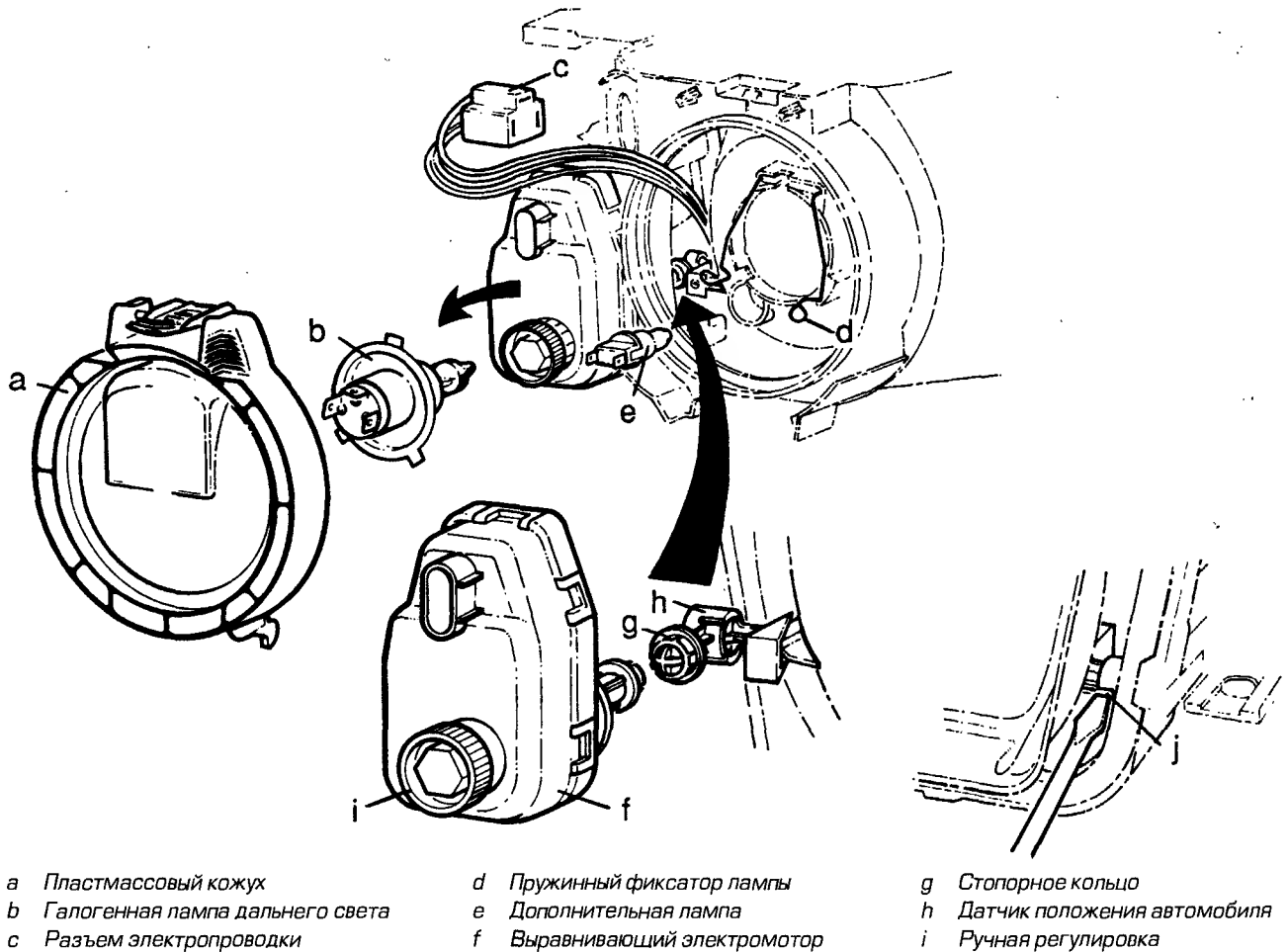


Рис. 11.17. Фара с авторегулировкой положения (Lucas 55FRP)

4 Таким образом, для обеспечения дальнего света используются все четыре фары, а для ближнего - только две внешние.

12 Регулировка фар

1 Периодическая регулировка света фар необходима для предотвращения ослепления встречных водителей и является частью технического обслуживания автомобиля. Наибольшая точность регулировки достигается только при использовании профессионального оборудования (см. рис. 11.20).

2 Если у Вас нет возможности провести регулировку на стенде, можно отрегулировать фары, поставив автомобиль напротив вертикальной поверхности. Большинство фар (за исключением английских и американских) регулируется по лучу ближнего света. Это логично, поскольку может привести к ослеплению встречных водителей.

Вертикальная поверхность должна находиться на расстоянии около 10 м от автомобиля, причем автомобиль должен располагаться строго перпендикулярно ей. Отметьте верхнюю границу для ближнего света и включите ближний свет. Закройте одну фару и отрегулируйте свет второй фары. После этого проведите аналогичную регулировку для первой фары.

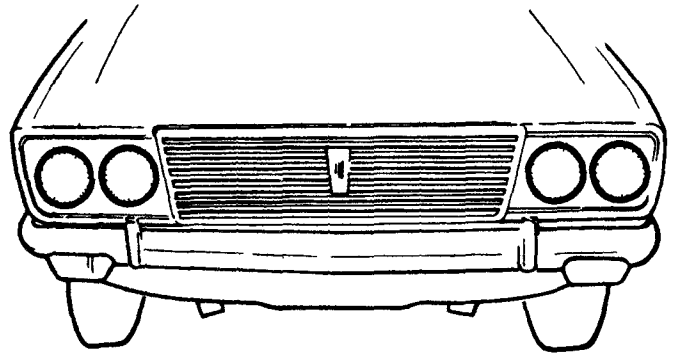


Рис. 11.19. Системе с четырьмя фарами

Расстояние от центра фар до высшей точки ближнего света для каждого автомобиля свое, но приблизительно равно 140 мм.

Если точное расстояние неизвестно, желательно проведение проверки света на дороге при движении в темное время суток.

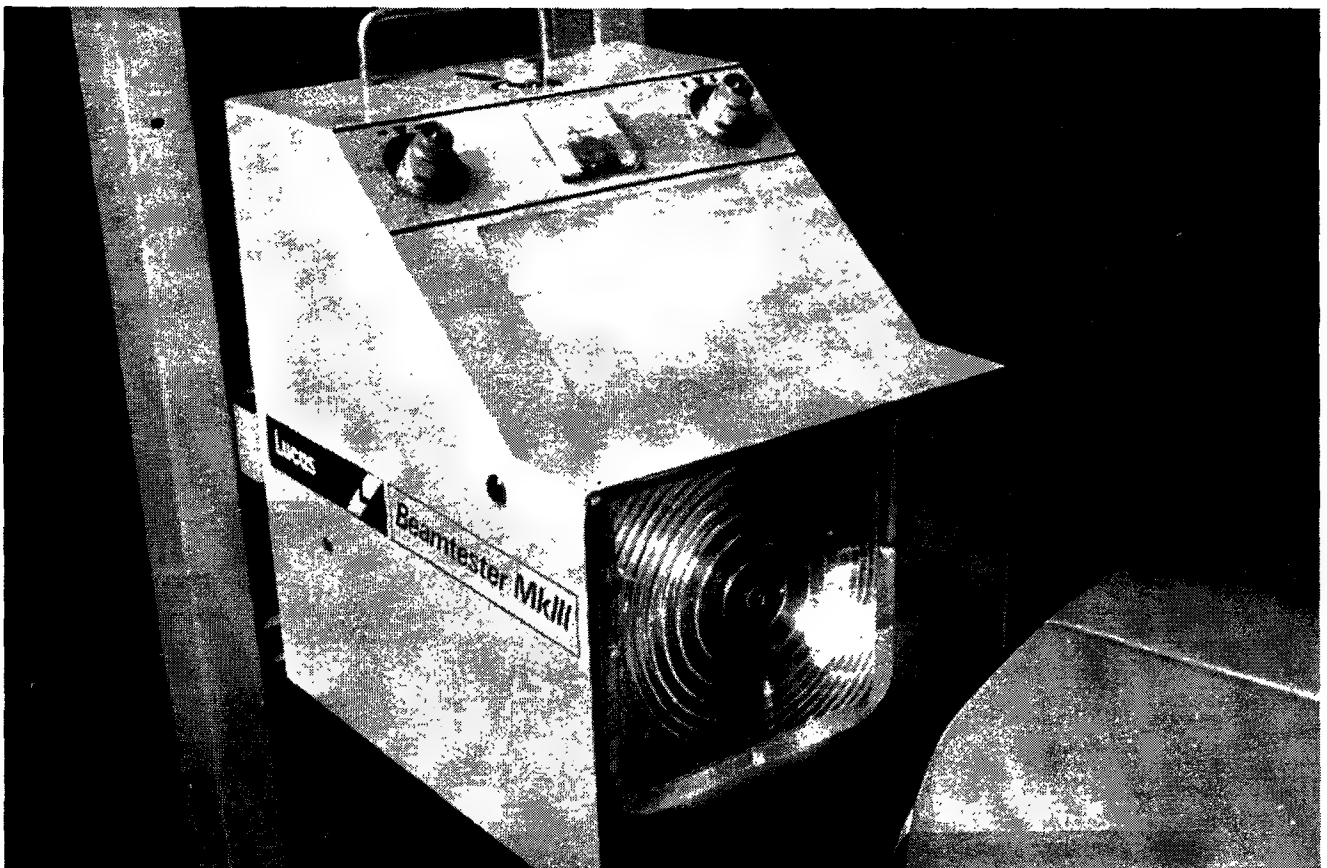


Рис. 11.20. Приспособление для регулировки фар

Глава 12 Радиопомехи

Содержание

Помехи	1	Прием радиостанций УКВ и КВ диапазонов	8
Требования по подавлению помех	2	Диапазоны волн для радиотелефонов	9
Установка радиоприемника	3	Автомобили с корпусом из стекловолкна	10
Методы подавления помех в системе зажигания	4	Методы подавления помех в системах электронного	
Методы подавления помех от электропроводки	5	зажигания	11
Методы подавления помех от вторичного излучения	6	Методы подавления помех от люминесцентных ламп	12
Методы подавления помех в другом оборудовании	7	Электромагнитная совместимость	13

1 Помахи

1 Помехи на радио- и телеприемниках могут возникать при работе оборудования, в котором происходит изменение или прерывание электрического тока. Оборудование автомобиля имеет множество устройств, вызывающих помехи: система зажигания, стартер, генератор, выпрямители, выключатели, стеклоочистители, регулятор напряжения и электрические насосы.

2 В ранних моделях автомобилей работа системы зажигания приводила к возникновению помех в самом автомобиле, а также вокруг него. На рис. 12.1 приведена эквивалентная схема системы зажигания с двумя искровыми промежутками (в роторе распределителя и в свече зажигания), а также с паразитными емкостями.

3 Все эти компоненты приводят к возникновению радиоволн с частотой от 150 кГц до 600 МГц. Максимальная мощность излучения этих волн находится в диапазоне от 40 до 100 МВт.

4 Указанные паразитные емкости ответственны за возникновение помех. Так, перед проскакиванием искры в свече напряжение на электродах достигает нескольких киловольт. При возникновении искры напряжение резко падает до нескольких сотен вольт, а энергия, накопленная в емкостях C_s , C_w и C_p разряжается за время порядка 1 микросекунды.

5 Излучение из моторного отсека частично экранируется капотом и металлическими частями корпуса автомобиля, но они должны быть хорошо связаны между собой. Если связь между ними отсутствует, металлическая часть может выступать в качестве антенны, которая сама излучает помехи.

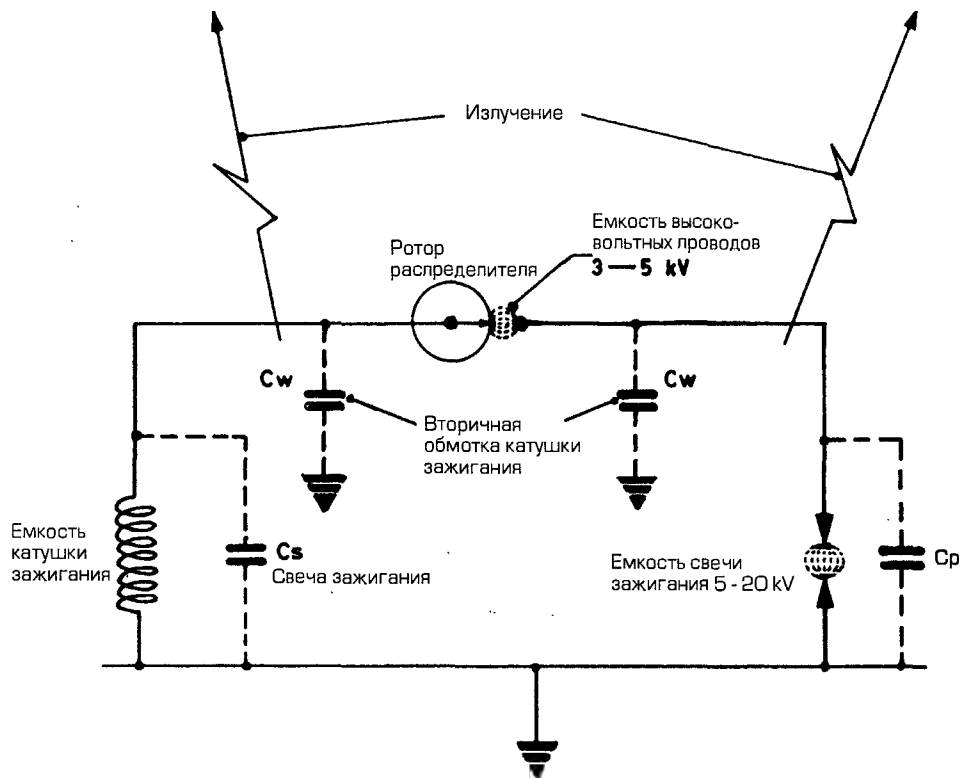


Рис. 12.1. Эквивалентная схема высоковольтного контура системы зажигания

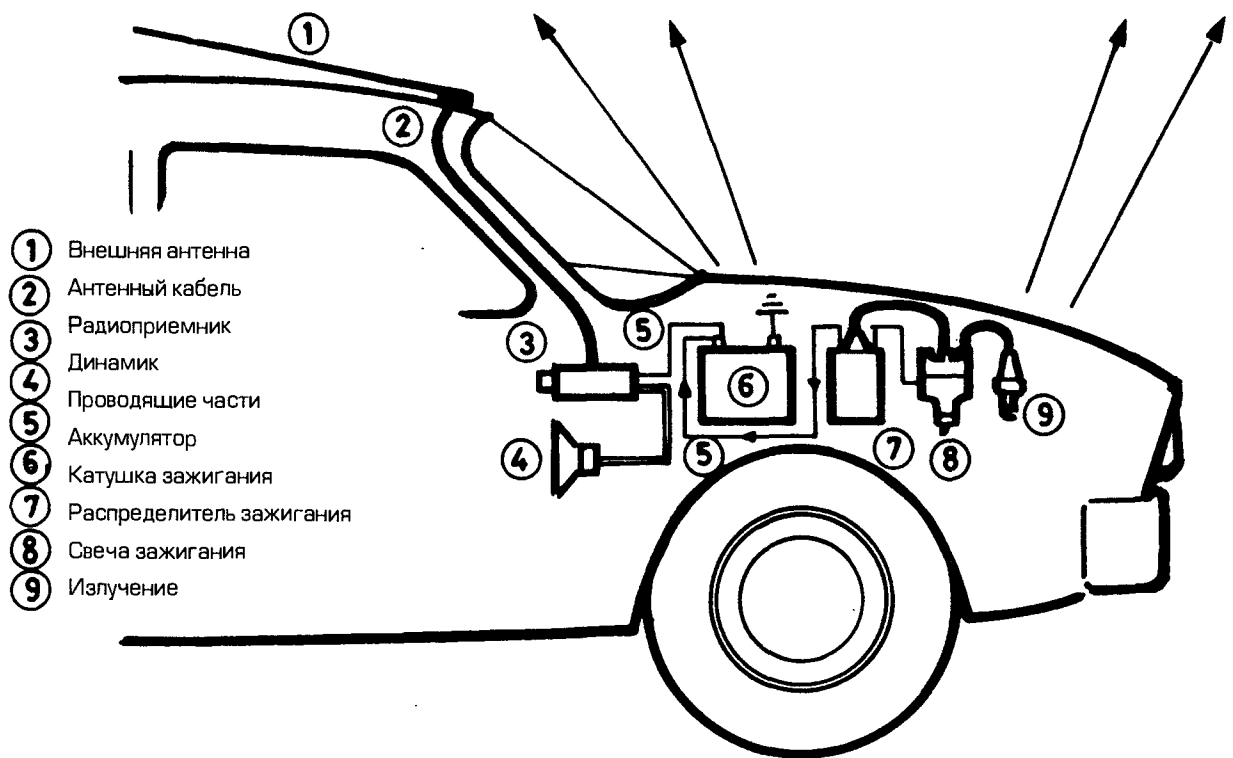


Рис. 12.2. Устройства, вызывающие и проводящие излучение

Это относится ко всем металлическим компонентам автомобиля. Надежное заземление всех металлических частей автомобиля часто является достаточным условием для исчезновения помех при приеме радио- и телепередач.

6 Помехи в автомобильном приемнике могут возникать при передаче излучения через кабель, поэтому убедиться в исправности приемника можно, отсоединив его от автомобильной антенны. Если помехи исчезли или стали значительно слабее, значит помехи передаются за счет излучения, в противном случае помехи передаются за счет проводимости (см. рис. 12.2).

2 Требования по подавлению помех

1 Все транспортные средства производства Великобритании должны соответствовать требованиям по уровню помех.

В странах Европы в настоящее время приняты к исполнению инструкции Европейского Экономического сообщества.

2 Незаконной является замена оборудования для подавления помех таким способом, чтобы уровень помех стал выше принятой нормы.

3 Резистивные высоковольтные свечные кабели не ухудшают работу двигателя и их нельзя заменять обычными проводами высокого напряжения.

3 Установка радиоприемника

1 При установке радиоприемника очень важно обеспечить хорошее заземление, а также использовать провода минимальной длины. При заземлении имейте в виду, что установка приемника или антенны на окрашенную поверхность не обеспечит надежного заземления. Для старых автомобилей необходимо убедиться, что заземлению не мешают следы коррозии, особенно, если в радиоприемнике возникают помехи.

2 Для работы радиоприемника необходимо обеспечить ему хороший радиосигнал. Для этого рекомендуется установка антенны как можно дальше от двигателя, а также ее экранировка от металла кузова. Устанавливайте антенну хорошего качества, избегайте антенн, устанавливаемых за боковым стеклом. Антенны, устанавливаемые на крыше, имеют один недостаток - трудность крепления. В остальном их применение более целесообразно, так как при этом обеспечивается высокое расположение антенны, кузов не препятствует приему, а двигатель находится достаточно далеко.

3 Никогда не используйте экран антенны как единственный способ заземления приемника: для питания и заземления должны использоваться отдельные провода.

4 Приемники снабжены устройством согласования с антенной. Если это согласование не выполнено, Вам не удастся достичь уменьшения помех.

5 Детальная информация по установке приемника дается в инструкции к приемнику. Однако принцип хорошего заземления, использования коротких проводов и установка хорошей антенны относятся ко всем радиоприемникам.

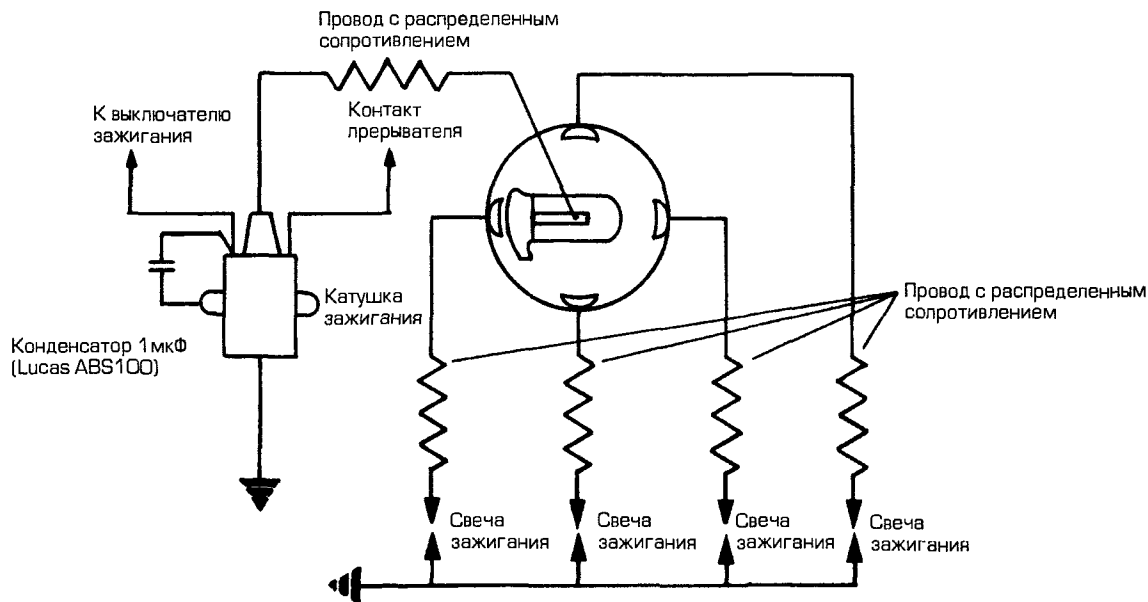


Рис. 12.3. Установка резистивных кабелей для свечей зажигания

6 Дополнительные сведения по установке радиоприемников приведены в разделе В этой главы, в котором описано использование приемников УКВ и КВ диапазонов.

4 Методы подавления помех в системе зажигания

1 Помехи в приемнике от системы зажигания слышны как потрескивание, частота которого изменяется с частотой вращения двигателя.

2 Помехозащищенные высоковольтные провода свечей устанавливаются в качестве стандартного оборудования автомобилей и соответствуют требованиям по помехозащищенности. Резистивный высоковольтный кабель состоит из пропитанного графитом искусственного шелка и имеет изоляцию из пластмассы или искусственной резины.

3 Эти кабели выпускаются двух типов, отличающихся сопротивлением на единицу длины кабеля. В большинстве случаев достаточно провода с сопротивлением 10 кОм (см. рис. 12.3). При наличии помех необходимо использовать кабель с более высоким сопротивлением, изготовленный из стекловолокна.

4 Иногда достаточным является установка резисторов для каждой свечи зажигания и обычных высоковольтных проводов. Однако в метровом диапазоне волн применения этих мер недостаточно для эффективного подавления помех и необходима установка резистивного кабеля.

5 Установка конденсатора емкостью 1 мкФ в первичной обмотке катушки зажигания завершает перечень мероприятий по подавлению помех от системы зажигания. Необходима установка специально предназначенного для этого конденсатора и обеспечение хорошего заземления. Не присоединяйте конденсатор на стороне контакта прерывателя, поскольку это резко снизит срок службы конденсатора. Длина проводов между корпусом конденсатора и его клеммами не должна изменяться, поскольку это имеет большее значение для помехозащищенности передач в диапазоне УКВ.

6 Системы электронного зажигания имеют встроенную систему подавления помех (см. раздел 11).

5 Методы подавления помех от электропроводки

1 Помехи от стеклоочистителей, омывателей стекла, вентилятора отопителя, указателей поворота и ламп стоп-сигналов часто приводят к ухудшению качества приема радиопередач. В этом можно убедиться, отключив антенну и заменив ее эквивалентной, состоящей из конденсатора емкостью $62...82 \text{ пФ}$, один конец которого следует заземлить, а второй соединить со входом приемника.

2 Заведите двигатель, включите приемник и включайте по очереди устройства, которые могут быть причиной помех. Индуктивность, подключенная в соответствии с рис. 12.4, вероят-

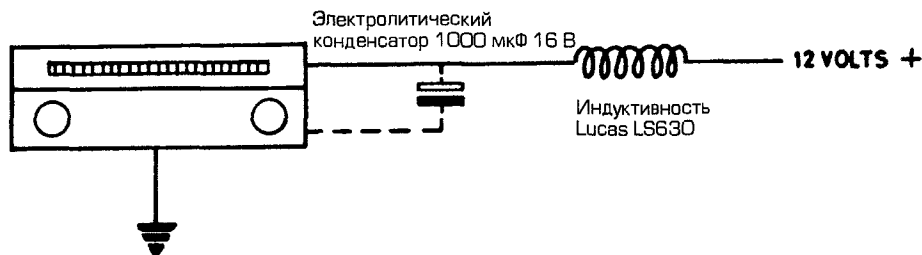


Рис. 12.4. Подавление помех от электропроводки

но, поможет устранить помехи. Если добиться этого не удалось, необходимо принять дополнительные меры к устранению помех от отдельных устройств.

3 Помехи в недорогой радиоаппаратуре можно уменьшить, подключив электролитический конденсатор 1000 мкФ 16 В (см. рис. 12.4). **Внимание.** При подключении электролитического конденсатора важно соблюдать правильную полярность.

6 Методы подавления помех от вторичного излучения

1 Если методы подавления помех от системы зажигания, описанные в разделе 4, не принесли эффекта, возможно, причина заключается во вторичном излучении от некоторых металлических частей.

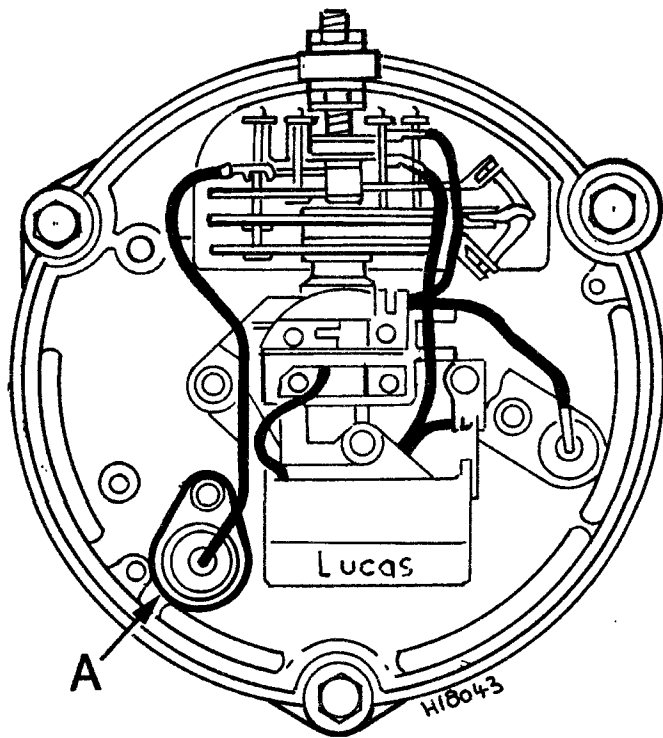
2 Обнаружить это можно, последовательно заземляя все металлические части автомобиля. Возможные источники вторичного излучения следующие:

Выхлопная труба
Защита картера
Двери и крылья
Части двигателя
Передняя подвеска
Рычаг переключения передач, особенно для французских и итальянских автомобилей
Рулевая колонка, особенно для французских и итальянских автомобилей

После того, как выявлен источник вторичного излучения, его следует надежно заземлить.

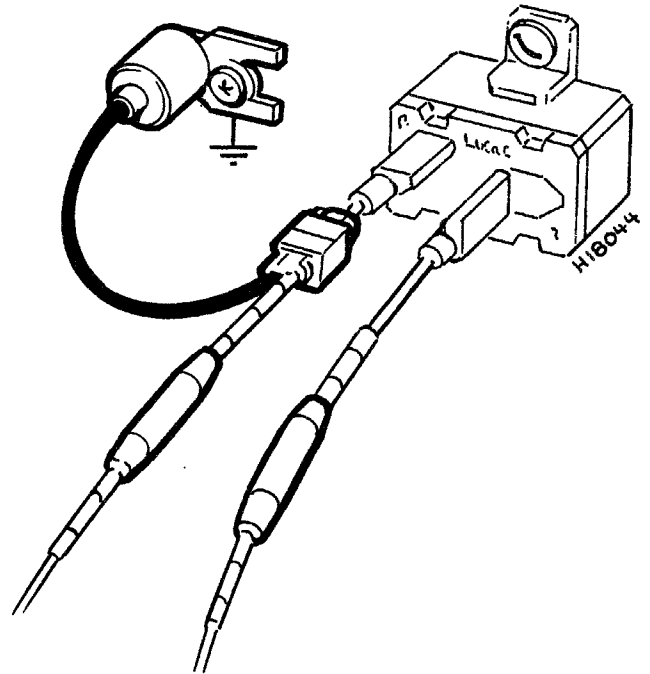
7 Методы подавления помех в другом оборудовании

Признак	Причина
Генераторы переменного тока и динамо Писк, изменяющийся в зависимости от частоты вращения двигателя	Подключите конденсатор емкостью 1 мкФ к клемме D и земле для динамо или конденсатор емкостью 3 мкФ между выходным (толстым) кабелем и землей для генератора (см. рис. 12.5).
Стабилизатор напряжения	Подключите дроссель на ток 3 А к клемме В стабилизатора. При необходимости подключите конденсатор, как показано на рис. 12.6, или установите два дросселя по 3 А.
Регулятор напряжения Писк или потрескивание, усиливающееся при увеличении оборотов двигателя (на холостом ходу может исчезать)	Для генераторов Lucas ACR, Delco, Bosch и Fernsa: подключите конденсатор 1 мкФ между клеммой лампы предупреждения (IND, D+, L или 61) и землей. Для динамо подключите конденсатор 1 мкФ между клеммой D и землей (см. рис. 12.7). Не подключайте конденсатор между силовым кабелем и землей.
Двигатель стеклоочистителя Треск при включении электромотора стеклоочистителей (при проведении испытания увлажните стекло)	Соедините корпус электромотора с землей. Для моторов с постоянным магнитом и обмоткой возбуждения используйте дроссели 7 А (см. рис. 12.8).
Электронный тахометр Меры по подавлению помех от системы зажигания не дают эффекта	Если при отключении питания тахометра помехи исчезают, подключите дроссель 3 А к проводу питания тахометра.
Звуковой сигнал	Если звуковой сигнал подключен к напряжению 12 В, эффективно подключение конденсатора и дросселя. Использование реле для управления включением звукового сигнала более эффективно, поскольку уменьшает длину проводов (см. рис. 12.10).
Электростатический шум Потрескивание в приемнике свидетельствует о накоплении в колесах статического электричества	Рекомендуется установка пружинных контактов для обеспечения связи между колесами и корпусом автомобиля.
Потрескивание в приемнике, а также удар электрического тока при касании автомобиля	В этом случае может помочь замена шин или использование антистатического шнура.
Разное Помехи при работе часов, омывателей стекла, мотора отопителя, топливного насоса, указателей поворота, стоп-сигналов	Подключите конденсатор 1 мкФ между клеммой питания и землей (или для обоих проводов для мотора отопителя). При необходимости поставьте дроссели соответствующего номинального тока.



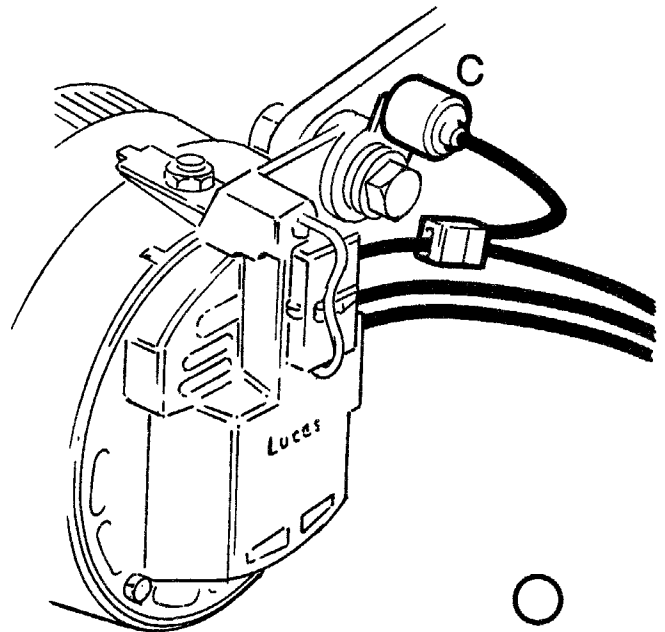
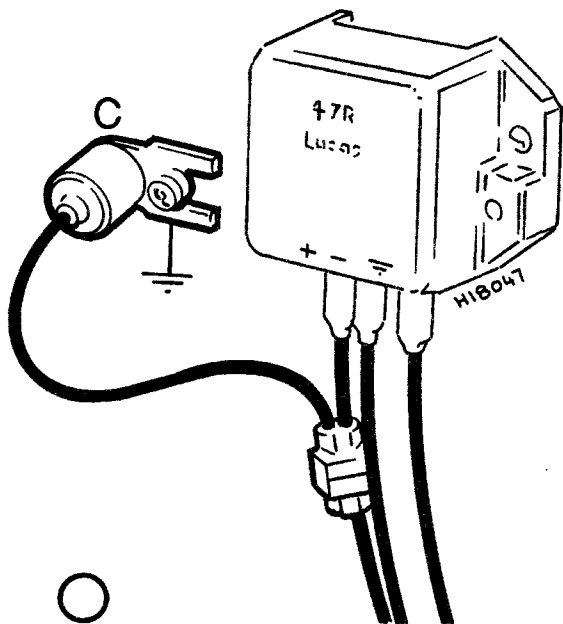
А Конденсатор 3 мкФ

Рис. 12.5. Подавление помех от генератора



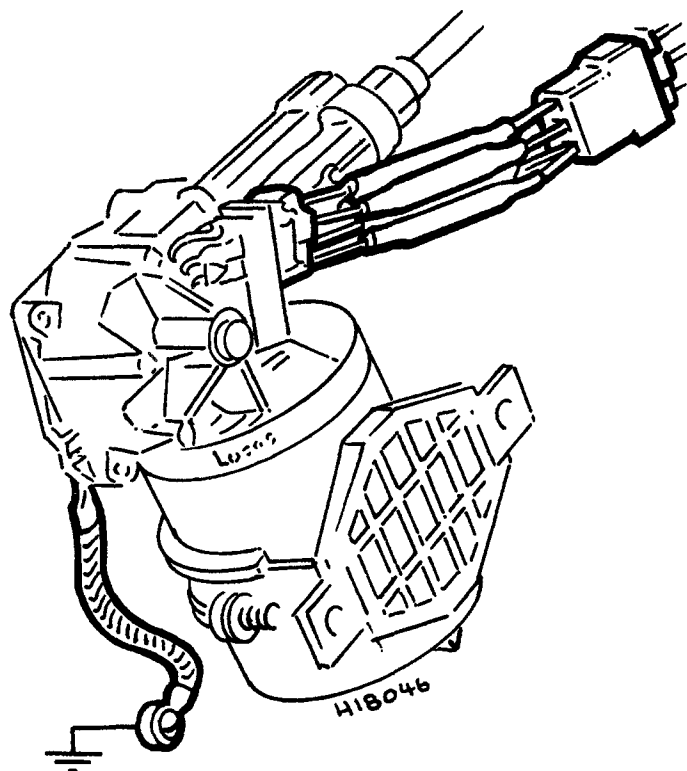
А Конденсатор 1 мкФ В Дроссель 3 А

Рис. 12.6. Подавление помех от стабилизатора напряжения



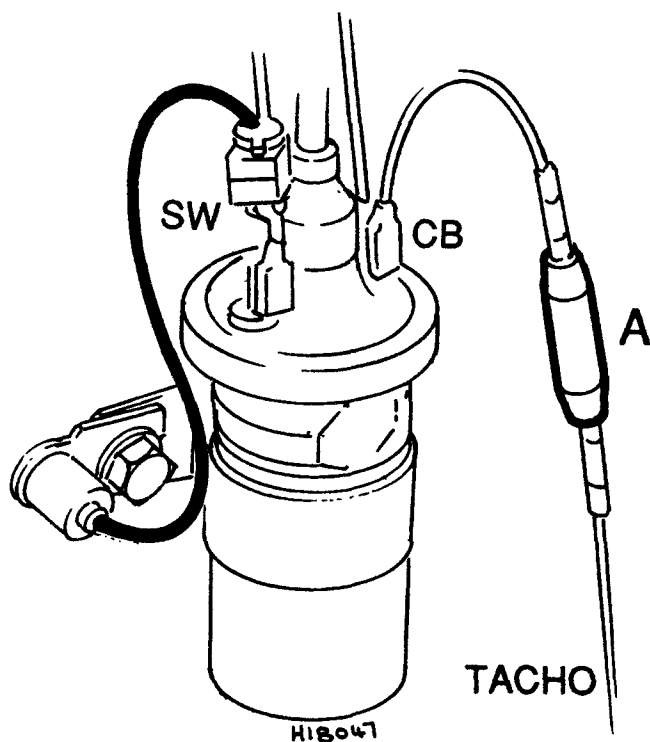
А Система с генератором переменного тока
В Система с генератором постоянного тока
С Конденсатор 1 мкФ

Рис. 12.7. Подавление помех от регулятора напряжения



А Дроссель 7А
В Заземляющая связь

Рис. 12.8. Подавление помех от мотора стеклоочистителей



А Дроссель 3А

Рис. 12.9. Подавление помех от электронного тахометра

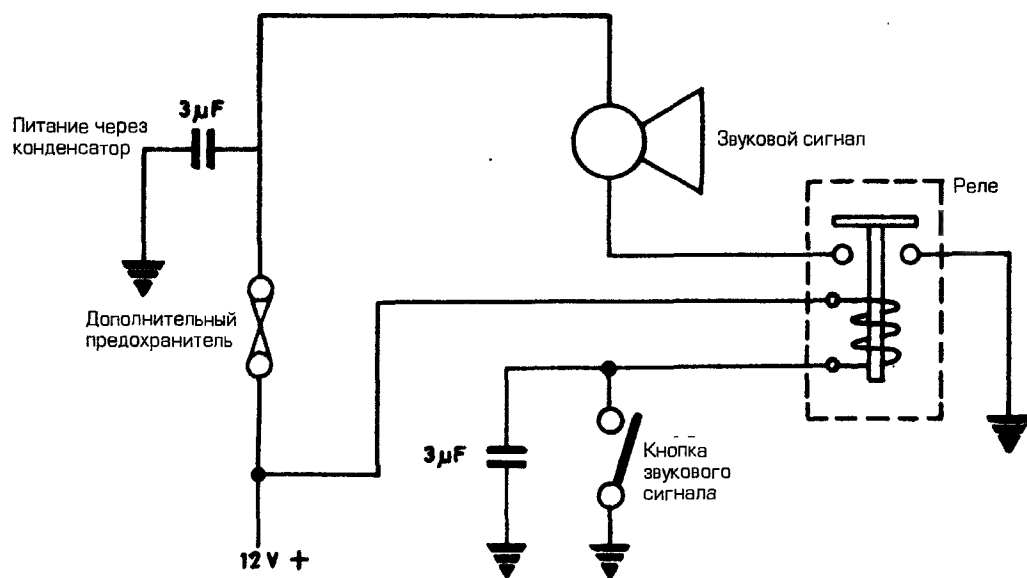


Рис. 12.10. Использование реле для подавления помех от звукового сигнала

8 Прием радиостанций УКВ и КВ диапазонов

1 Прием станций УКВ и КВ диапазонов вызывает больше проблем, чем для средних и длинных волн. Передатчики средних и длинных волн способны к передаче радиоволн на большие расстояния, а волны короткого и ультракороткого диапазона передаются только на расстояние до 70 км (в зависимости от местности и от мощности передатчика).

2 При дальних поездках приходится непрерывно подстраиваться под волну, а в местностях с плохим приемом такие передачи работают с помехами. Поэтому для дальних поездок лучше обзавестись приемником со средним и длинным диапазонами принимаемых волн.

3 Большинство приборов автомобиля, излучающих помехи, обычно вызывают их при приеме волн короткого диапазона. При этом происходит наложение амплитуд помех на амплитуду сигнала, что вызывает кратковременные изменения мощности сигнала.

4 В Великобритании принята частотная модуляция коротких волн (то есть, сигнал представлен волнами одинаковой амплитуды, но разной частоты).

5 Автомобильные приемники УКВ диапазона оборудуются специальным ограничителем, поддерживающим амплитуду сигнала на постоянном уровне. При возникновении помехи и увеличении амплитуды сигнала это устройство автоматически ограничивает ее. Это устройство является единственным фактором, снижающим уровень помех при работе радиоприемников в диапазоне УКВ. При этом, эффективность подавления помех в значительной степени зависит от уровня принимаемого сигнала.

6 При плохих условиях приема меры по подавлению помех, описанные в разделе 4 этой главы, могут оказаться неэффективными. Для устранения помех необходимо использовать специальные средства, разработанные для этой цели. К ним относятся

реактивный высоковольтный кабель, резистивная крышка распределителя, экранированные колпачки свечей, экранированные провода и специальные свечи зажигания типа Champion RN9YC. Устройства по подавлению помех от генератора комплектуются в качестве стандартного оборудования генератора.

7 Последние разработки в области улучшения качества приема волн УКВ диапазона включают в себя:

- (а) **Отключение** станции, когда уровень сигнала становится меньше допустимого (например, при удалении от передатчика, объезде холма). Кроме того, при этом уменьшается уровень шума при потере сигнала, а также при настройке на станцию.
- (б) **Схема исключения помех**, которая определяет частоты, соответствующие шумам и отсекает их.
- (в) **Отключение стереовоспроизведения.** Для надежного приема стереофонических передач уровень сигнала должен быть приблизительно в 10 раз больше, чем для монофонических передач. Поэтому при недостаточном уровне сигнала приемник автоматически переходит на монофоническое воспроизведение.
- (г) **Автоматическая подстройка на станцию.** В радиоприемник включено устройство для автоматической подстройки на выбранную станцию. Это устройство также способствует увеличению безопасности движения, поскольку водителю не нужно вручную подстраивать станцию.
- (д) **Система управления стереовоспроизведением.** Более совершенная система, чем система отключения стереовоспроизведения. Эта система автоматически переключает приемник в моно- и стереофоническое воспроизведение в зависимости от уровня принимаемого сигнала (см. рис. 12.11).

В При установке приемника УКВ диапазона необходимо соблюдать следующие условия:

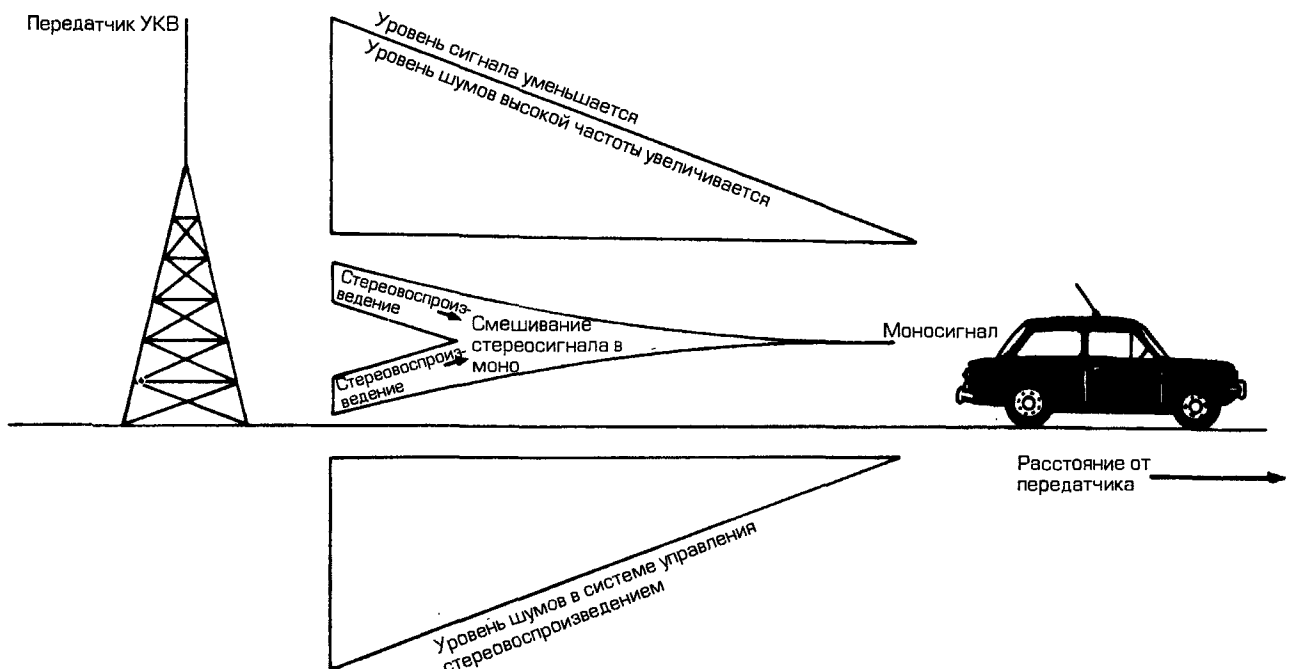


Рис. 12.11. Работа системы управления стереовоспроизведением

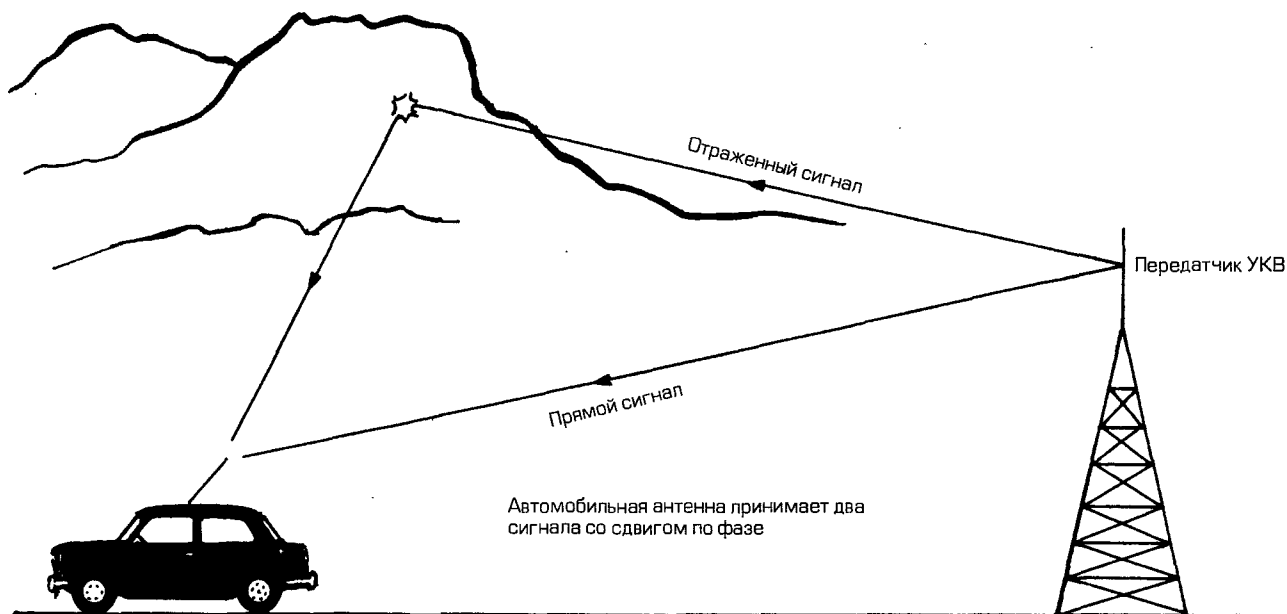


Рис. 12.12. Эффект отраженного сигнала

- (а) Надежное заземление корпуса приемника и антенны. Для заземления приемника используйте отдельный провод.
- (б) При возможности используйте антенну хорошего качества, устанавливаемую на крышу автомобиля.
- (в) Используйте антенный кабель хорошего качества, поскольку это снижает потери сигнала в кабеле.
- (г) Ориентация радиоволны УКВ диапазона может быть вертикальной, горизонтальной или наклонной. Исходя из этого рекомендуется установка антенны под углом 45° к крыше автомобиля.

9 Высокочастотные волны могут отражаться от твердых предметов (типа зданий, холмов и т.д.), поэтому приемник может принять сигнал от станции вместе с отраженным (см. рис. 12.12). Отраженная волна всегда приходит позже, поэтому результирующий сигнал может быть сильнее или, наоборот, слабее, а может исчезнуть совсем. Это явление происходит из-за сдвига фаз в прямом и отраженном сигналах и характеризуется затуханием звука при движении автомобиля. Такие эффекты могут происходить и в телевизионных приемниках, но антенны телеприемников стационарны и могут быть настроены на оптимальный прием, тогда, как у автомобиля антенна достаточно простая и, кроме того, автомобиль находится в движении.

должна превышать 1,5 м, поэтому необходима тщательная регулировка антенны для получения наилучшего результата. Автомобильная антенна может быть съемной или постоянно установленной. Чаще всего антенна крепится к желобку на крыше или устанавливается на крыле автомобиля. Обычно антенны выполняются телескопическими, но более оптимальным решением является применение антенны с магнитным основанием. Такая антенна может быть быстро установлена в любом месте автомобиля (обычно на крыше), а затем снята.

3 Так как положение антенны на автомобиле определяет качество сигнала, целесообразно устанавливать антенну как можно дальше от моторного отсека.

4 Антенна длиной 1,5 м подвержена сильному напору встречного воздуха, а также перегрузкам при ускорениях автомобиля. Более дешевые антенны при этом начинают сильно колебаться (см. рис. 12.13), что негативным образом сказывается на качестве связи.

5 Проблемы возникновения помех в радиотелефонах делятся на две категории:

- (а) Помехи в теле- и радиоприемниках при передаче.
- (б) Помехи в радиотелефоне при работе автомобиля.

6 Помехи в теле- и радиоприемниках от радиотелефонов возникают не часто, но избавиться от них очень трудно. Основная

9 Диапазоны волн для радиотелефонов

1 В Великобритании передатчики и приемники радиотелефонов работают в диапазоне от 27 МГц до 934 МГц. Наибольшее распространение получила частота около 27 МГц, поскольку аппаратура на эту частоту получается проще и дешевле. Максимальная мощность передаваемых сигналов - 4 Вт.

2 Антенна является необходимым атрибутом для работы радиотелефона. Максимальная длина автомобильной антенны не

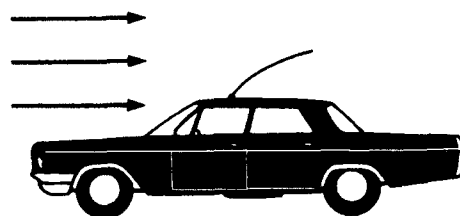


Рис. 12.13. Колебания тонкой антенны приводят к ухудшению связи

трудность заключается в том, что при движении автомобиля помехи в телеприемнике возникают и исчезают быстро, но при использовании стационарного радиотелефона скоро на Вас начнут поступать жалобы.

7 Владелец радиотелефона не должен сразу предполагать, что его прибор неисправен, поскольку многое зависит от его конкретной конструкции. Так, работа аппарата на основной частоте 27 МГц может сопровождаться излучением более высокочастотных гармоник, которые могут попадать в чужие аппараты. Если у Вас возникли трудности такого рода, попробуйте установить низкочастотные фильтры в цепи антенны и питания. В сложных случаях может быть потребуется проверить, лицензирован ли аппарат или проверить аппарат у производителя.

В Помехи, возникающие в радиотелефоне при работе автомобиля, не являются такой серьезной проблемой. Обычно помогают мероприятия, описанные в этой главе, однако, есть ряд дополнений. Общей практикой является использование радиотелефонов на скользящих салазках, что позволяет их легко вынуть из автомобиля. В связи с этим, необходимо обеспечить надежное заземление в салазках.

9 В Великобритании законом предписано подавление помех в диапазоне от 40 до 250 МГц с целью увеличения качества приема теле- и радиопередач в УКВ диапазоне. Эффективные способы подавления помех для частоты 27 МГц могут быть недостаточными для подавления помех при других частотах. Проконсультируйтесь с продавцом Вашего автомобиля по поводу приобретения дополнительного оборудования для подавления помех (типа конденсаторов и дросселей). Более детально эти меры описаны в предыдущих разделах этой главы.

10 Автомобили с корпусом из стекловолокна

1 Такие автомобили не обладают экранирующим эффектом, как автомобили со стальным корпусом. Обычно для экранировки необходима обтяжка моторного отсека алюминиевой фольгой. Необходимо обеспечить электрическую связь фольги с шасси автомобиля.

2 Жгуты проводов, возможно, также понадобится обернуть фольгой и заземлить ее на шасси. Кроме того, необходимо заземление антенны и радиоприемника. Однако эффективного подавления помех в УКВ диапазоне Вам добиться не удастся.

3 В дополнение к вышесказанному, примите обычные меры для подавления помех, обращая особое внимание на качество заземления.

11 Методы подавления помех в системах электронного зажигания

1 Изготовители систем электронного зажигания предусматривают защиту от помех, но это не освобождает Вас от принятия мер по подавлению помех в высоковольтных проводах.

2 Дополнительные мероприятия по подавлению помех в электронных системах зажигания должны проводиться только в соответствии с инструкциями изготовителя.

12 Методы подавления помех от люминесцентных ламп

1 На некоторых средствах общественного транспорта могут применяться люминесцентные лампы, вызывающие помехи радиоприему. Помехи возникают из-за пульсирующего характера разряда в лампах и излучаемых при этом гармоник. Источником помех может быть также преобразователь напряжения, необходимый для питания таких ламп от бортовой сети.

2 Для уменьшения помех важна правильная ориентировка антенны.

3 Помехи можно уменьшить при помощи дросселей 7 А в проводах питания преобразователя. В некоторых случаях потребуется экранирование самой лампы металлической сеткой или спиралью из медного провода. При этом экран следует хорошо заземлить.

13 Электромагнитная совместимость

1 По мере увеличения количества электронного оборудования, устанавливаемого на автомобилях, возрастают проблемы их защиты от электромагнитных излучений.

2 Источниками внешних электромагнитных полей являются низкочастотные системы навигации, радиостанции, любительские радиопередатчики, радары.

3 На самом автомобиле источниками электромагнитных полей являются: генератор, система зажигания, выключатели, обмотки электромагнитов, микропроцессоры и любые электросхемы, в которых изменяется электрический ток. Кроме того, в настоящее время многие автолюбители пользуются автомобильными радиотелефонами.

4 Электромагнитные поля высокой интенсивности способны вызвать повреждения многих систем автомобиля.

При проведении испытаний в условиях воздействия электромагнитного излучения были выявлены временные неполадки в следующих системах автомобиля:

(а)	Управление двигателем	- перебои в системе зажигания - неправильная работа топливных форсунок
(б)	Аппаратура	- искажения на цифровых дисплеях - неправильные показания спидометра
(в)	Управление скоростью движения	- неправильная работа дроссельной заслонки
(г)	Антиблокировочная система торможения	- ошибки в системе предупреждения - неправильная работа соленоида
(д)	Блокировке дверей	- самопроизвольное включение и выключение

5 Некоторые из этих отказов представляют опасность для жизни, причем с развитием электронных систем автомобиля (например,

подвески с электронным управлением) эти проблемы вызывают серьезное беспокойство.

Изготовителями автомобилей принимаются меры по уменьшению принимаемых и излучаемых помех, например, экранирование индуктивных датчиков системы управления впрыском топлива.

Однако эта проблема остается очень серьезной и будет существовать до тех пор, пока в автомобилях используются электронное оборудование.

Глава 13 Автомобильные провода и оборудование для тестирования

Содержание

Прокладка проводов и разъемы	1	Плавкие предохранители	7
Размеры электрических проводов	2	Дополнительное оборудование	8
Падение напряжения и номинальный ток провода	3	Инструменты для электроработ	9
Кодировка проводов	4	Контрольно-измерительные инструменты и приспособления ...	10
Схемы электропроводки	5	Дополнительная электропроводка автомобиля	11
Соединения и разъемы	6		

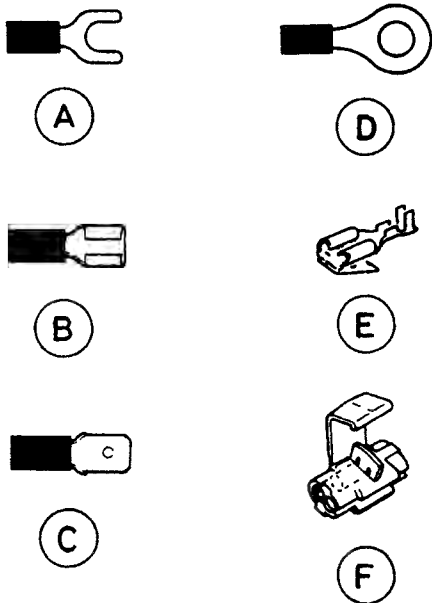
1 Прокладке проводов и разъемы

1 Для удобства сборки провода чаще собираются в жгуты, чем прокладываются по одному.

Жгуты проводов либо заключаются в общую оплетку, либо используются плоские шины, что особенно удобно при прокладке проводов под коврами.

Жгуты проводов соединяются разъемами, конструкция которых позволяет им противостоять большим механическим нагрузкам. Кроме того, они чаще всего делаются водонепроницаемыми.

2 Собранные в жгут провода обладают повышенной механической прочностью. Для автомобилей это обстоятельство является важным, поскольку все системы автомобиля работают в условиях вибраций и перегрузок.



A Вилочный наконечник D Наконечник - латля
B Наконечник типа "мама" E Наконечник - защелка
C Наконечник типа "папа" F Двухпроводный зажим

Рис. 13.1. Типичные неконечники автомобильных проводов

	Описание	Наружный диаметр
A	Паяный	4,75 мм
	Гофрированный (подходит для провода 14/0.25 мм РТ и SPT)	4,75 мм
	Гофрированный (подходит для провода 14/0.30 мм РТ)	4,75 мм
	Гофрированный (подходит для провода 28/0.30 мм РТ)	4,75 мм
	Гофрированный (подходит для провода 44/0.30 мм РТ)	4,75 мм
	Дополнительный разъем 3/16 дюйма	

	Описание
Б	Соединитель двухпроводной (для проводов диаметром 9/32 дюйма)
	Соединитель четырехпроводной с общими разъемами
	Соединитель шестипроводной с изолированными разъемами
	Соединитель шестипроводной с общими разъемами
	Соединитель десятипроводной с изолированными разъемами

A Типа "папа" B Типа "мама"

Рис. 13.2. Соединители проводов

Провода, выходящие из жгута обрезаются на длину, необходимую для достижения нужной точки, и заканчиваются наконечником того или иного типа (см. рис. 13.1 и 13.2).

3 В настоящее время электропроводка панели приборов выполняется в виде печатной платы. Печатная плата представляет собой лист изолятора, на обеих сторонах которого нанесена тонкая медная фольга. Электропроводка на печатной плате получается за счет удаления (методом травления в кислоте) ненужных фрагментов медной фольги. В результате на фольге остаются токопроводящие дорожки с двух сторон листа изолятора, спаянные между собой в определенных точках. На плате расположены контакты для подключения элементов электрооборудования (см. рис. 13.3). При работе с печатными схемами следует проявлять особую осторожность, чтобы не повредить тонкие медные токопроводящие полоски.

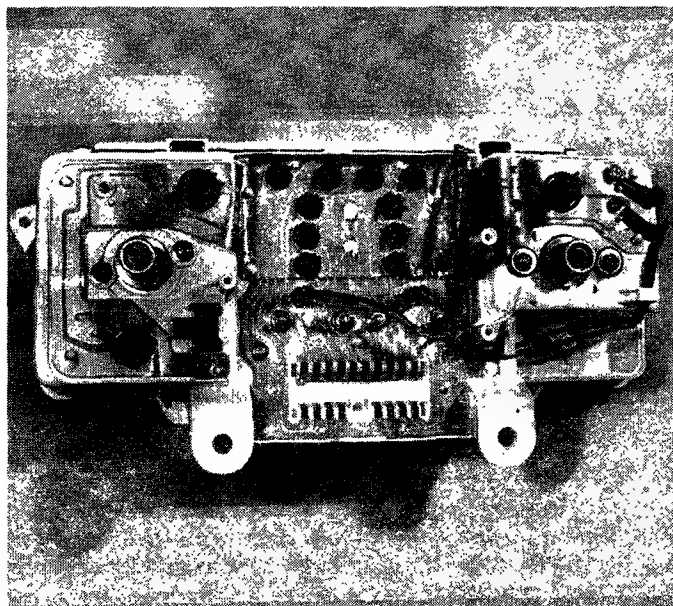


Рис. 13.3. Типичная печатная плата панели приборов (вид сзади на панель приборов)

4 Наиболее типичная причина неполадок в печатной схеме - нарушение контактов. В случае ненадежной работы проверьте все разъемы на печатной плате. Иногда на панели приборов установлены бесцокольные индикаторные лампочки. При отказе этих ламп прежде всего проверьте надежность их контакта.

5 При повреждении медной дорожки ее можно восстановить, подплав тонкий изолированный провод к медной дорожке. Наносите минимальное количество припоя, чтобы не повредить соседние дорожки.

2 Размеры электрических проводов

1 Для электропроводки необходимо выбирать провод с достаточной площадью поперечного сечения, иначе возможен его перегрев. Кроме того, сопротивление провода должно быть малым, чтобы падение напряжения в нем не привело к отказу или неправильной работе оборудования. Исходя из этих соображений, а также из соображений экономичности, на заводе-изготовителе выбираются провода минимального поперечного сечения,

рассчитанные на номинальный ток при работе каждого компонента электрооборудования.

2 В настоящее время одножильные провода используются очень редко из-за их жесткости и ненадежности работы в условиях вибраций. Обычно в автомобилестроении применяются многожильные медные провода, скрученные в жгут из отдельных тонких проволок и заключенные в пластмассовую изоляцию.

3 В автомобилестроении используется как метрическая, так и дюймовая система типоразмеров проводов (в зависимости от страны-изготовителя), но принцип применения проводов минимального поперечного сечения остается в силе для всех автомобилей. Это следует учитывать при установке дополнительного оборудования следующим образом:

- (а) Падение напряжения при предельной нагрузке не должно быть слишком большим.
 - (б) Нагрев провода должен находиться в определенных пределах.
- 4 Для нормальной работы провода должны выполняться следующие условия:
- (е) Поперечное сечение провода должно быть достаточным для работы при номинальном токе без перегрева.
 - (б) Для проводов с большим коэффициентом теплопроводности номинальный ток также больше.

Кроме того, следует учитывать условия, в которых находится провод (например, одиночный провод меньшего диаметра способен пропустить больший ток, чем провод большего диаметра, находящийся в жгуте проводов). Провода, работающие с перегрузкой в течение короткого времени, могут иметь меньшее поперечное сечение, однако, здесь вступает в силу фактор допустимого падения напряжения.

5 В обозначение проводов входят: число проволок и их диаметр. Например, провод 14/0,01 (дюйма) имеет 14 проволок, диаметр каждой из которых составляет 0,01 дюйма. Метрическое обозначение проводов точно такое же: провод 16/0,2 (мм) состоит из 16 проволок диаметром по 0,2 мм. Метрические обозначения более употребительны и в дальнейшем именно они будут использованы в этой книге.

3 Падение напряжения и номинальный ток провода

1 Данные, приведенные в таблице определены для плотности тока в медном проводе, равной 8,525 А/мм² для проводов до 44/0,3 и 6,975 А/мм² для проводов большего сечения.

Метрический размер провода	Номинальный ток, А	Падение напряжения, В/м/А
9/0,3	5,5	0,0271
14/0,3	8,75	0,01742
28/0,3	17,5	0,00871
44/0,3	25,5	0,00554
65/0,3	35,0	0,00375
84/0,3	42,0	0,00290
97/0,3	50,0	0,00251
120/0,3	60,0	0,00203

Указанные номинальные токи могут быть уменьшены на 60%, если провод находится в жгуте, а также для проводов от 28/0,3 и выше, находящихся под постоянной нагрузкой.

2 В приведенной ниже таблице указаны наиболее употребительные автомобильные провода:

Размер провода	Номинальный ток, А	Применение
14/0,3	8,75	Лампы парковочных и задних фонарей, указатели поворота, автомагнитола и т.п.
28/0,3	17,5	Передние фары, звуковой сигнал, обогреватель заднего стекла и т.п.
65/0,3 84/0,3 97/0,3 120/0,3	35 42 50 60	Генераторы (в зависимости от мощности)
37/0,9	170	Провод стартера

4 Кодировка проводов

1 При использовании жгутов, состоящих из многих проводов, возникает необходимость их идентификации (например, цветовая или цифровая кодировка).

Некоторые страны приняли для обозначения проводов специальные стандарты, однако, общепринятого стандарта до сих пор не существует.

2 В Великобритании принят стандарт BS-AU7, регламентирующий цвета автомобильной электропроводки (см. рис. 13.4). Фирма Lucas использует провода 7 цветов: фиолетовый, зеленый, синий, красный, белый, коричневый и черный. Кроме того, провода основных цветов могут иметь тонкие полоски определенного цвета. Цвета электропроводки в зависимости от назначения распределяются следующим образом:

черный	- заземление
зеленый	- питание вспомогательного оборудования, управляемого системой зажигания (стеклоочистители, указатели поворота)
белый	- основной цвет для системы зажигания
красный	- боковые и парковочные фонари, а также задние фонари
синий с белыми полосками	- дальний свет фар
синий с красными полосками	- ближний свет фар
фиолетовый	- питание вспомогательного оборудования, не управляемого системой зажигания (звуковой сигнал, подсветка салона)
коричневый	- провод от аккумулятора

Дополнительные цвета проводов (например, светло-зеленый, розовый, синевато-серый) используются в соответствии со спецификацией изготовителя.

Рис. 13.4. Стандарт Великобритании на цвета электропроводки автомобилей

Цвет провода	Цвет полоски	Назначение
Коричневый	Коричневый	Провод от аккумулятора.
Коричневый	Синий	Блок управления (только блок стабилизации напряжения) зажигания и выключатели света.
Коричневый	Красный	Система коррекции степени сжатия при запуске. Провод от аккумулятора к замку зажигания.
Коричневый	Фиолетовый	Питание регулятора генератора.
Коричневый	Зеленый	Провод между клеммой "F" динамо и клеммой "F" блока управления. То же для генератора.
Коричневый	Светло-зеленый	Выключатель электромотора стеклоочистителя.
Коричневый	Белый	Амперметр блока управления.
Коричневый	Желтый	Провод между клеммой "D" динамо и клеммой "D" блока управления.
Коричневый	Черный	Провод нейтральной точки генератора.
Синий	Синий	Лампа аварийной работы генератора, отрицательный провод.
Синий	Красный	Выключатель кратковременного включения дальнего света.
Синий	Светло-зеленый	Выключатель тусклого света фар.
Синий	Белый	Предохранитель лампы тусклого света правой фары (при использовании независимых предохранителей).
Синий	Светло-зеленый	Выключатель электромотора стеклоочистителя.
Синий	Белый	Выключатель тусклого света фар.
Синий	Желтый	Предохранитель лампы дальнего света правой фары (при использовании независимых предохранителей).
Синий	Розовый	Лемпа предупреждения включенного тусклого света.
Синий	Синевато-серый	Выключатель дальнего света фар.
Красный	Красный	Предохранитель лампы тусклого света левой фары (при использовании независимых предохранителей).
Красный	Коричневый	Предохранитель лампы дальнего света левой фары (при использовании независимых предохранителей).
Красный	Синий	Питание боковых и задних габаритных огней.
Красный	Фиолетовый	Освещение панели приборов переменной интенсивности (используется как дополнение к стандартной подсветки).
Красный	Зеленый	От выключателя к плечону внутреннего освещения
Красный	Светло-зеленый	Провод между предохранителем и выключателем задних и боковых габаритных огней (если установлены предохранители).
Красный	Светло-зеленый	Выключатель электромотора стеклоочистителя.

Красный	Белый	Выключатель подсветки панели приборов.	Светло-зеленый	Желтый	От выключателя до ламп аварийной сигнализации с правой стороны.
Красный	Желтый	Выключатель противотуманных фар.	Светло-зеленый	Черный	От выключателя до мотора омывателей стекла.
Красный	Черный	Провод от выключателя до левого парковочного фонаря.	Светло-зеленый	Розовый	От клеммы "L" блоке аварийной сигнализации к выключателю.
Красный	Розовый		Светло-зеленый	Синевато-серый	Выключатель переполнения топливного бака.
Красный	Синевато-серый		Белый		Цепь управления зажиганием.
Красный	Оранжевый	Провод от выключателя до правого парковочного фонаря.	Белый	Коричневый	Лампа или датчик давления масла.
Фиолетовый		Провода от аккумулятора до предохранителей оборудования.	Белый	Синий	Соленоид дроссельной заслонки.
Фиолетовый	Коричневый	Провод от предохранителя звукового сигнала до реле (при использовании предохранителя звукового сигнала)			Предохранитель обогревателя заднего стекла. От блока электронного зажигания до резистора.
Фиолетовый	Синий		Белый	Красный	Выключатель соленоиде стертера.
Фиолетовый	Красный	Провод от выключателя до лампы освещения багажника.	Белый	Фиолетовый	Топливный насос №1.
			Белый	Зеленый	Топливный насос №2.
Фиолетовый	Зеленый			Светло-зеленый	Мотор стеклоочистителя лобового стекла.
Фиолетовый	Светло-зеленый		Белый	Желтый	Выключатель стартере. От балластного резистора к катушке зажигания.
Фиолетовый	Белый	Лампы подсветки салона. Отдельная цепь сигнализации открытых дверей.			От соленоиде стертера к катушке зажигания.
Фиолетовый	Желтый	Провод от реле до звукового сигнала.	Белый	Черный	От катушки зажигания к контакту прерывателя. От выключателя до обогревателя заднего стекла.
Фиолетовый	Черный	Провод от выключателя до реле звукового сигнала.	Белый	Розовый	От выключателя зажигания до радиоприемника.
Фиолетовый	Розовый			Синевато-серый	От тахометра к катушке зажигания.
Фиолетовый	Синевато-серый	Привод подъема антенны.	Белый	Оранжевый	Питание огней аварийной сигнализации.
Фиолетовый	Оранжевый	Привод опускания антенны.			Перегрев двигателя.
Зеленый		Оборудование, управляемое ключом зажигания.	Желтый		Перегрев двигателя.
Зеленый	Коричневый	Выключатель лампы заднего хода.	Желтый	Коричневый	Перегрев двигателя.
Зеленый	Синий	Датчик температуры.	Желтый	Синий	Перегрев двигателя.
Зеленый	Красный	Указатели поворота с левой стороны.	Желтый	Красный	Перегрев двигателя.
Зеленый	Фиолетовый	От выключателя до ламп стоп-сигналов.	Желтый	Фиолетовый	Перегрев двигателя.
Зеленый	Светло-зеленый	От блока аварийной сигнализации до ламп.	Желтый	Зеленый	Перегрев двигателя.
Зеленый	Белый	Указатели поворота с правой стороны.	Желтый	Светло-зеленый	От выключателя до мотора стеклоочистителя.
Зеленый	Желтый	От выключателя до мотора обогревателя (низшая скорость).	Черный		Все заземления.
Зеленый	Черный	Датчик уровня топлива.	Черный	Коричневый	От генератора тахометра до тахометра.
Зеленый	Розовый	Соленоид дроссельной заслонки.		Синий	От генератора тахометра до тахометра.
Зеленый	Синевато-серый	От выключателя до мотора обогревателя (высшая скорость).	Черный	Красный	Электрический спидометр.
Зеленый	Оранжевый	Лампа предупреждения низкого уровня топлива.	Черный	Фиолетовый	От выключателя до мотора омывателя стекла. От реле до мотора вентилятора радиатора.
Светло-зеленый		От стабилизатора напряжения до панели приборов.	Черный	Зеленый	От выключателя усилителя тормозов до лампы или зуммера предупреждения.
Светло-зеленый	Синий	От выключателя до указателей поворота с левой стороны.	Черный	Светло-зеленый	Лампе низкого уровня тормозной жидкости и включенного ручного тормоза.
Светло-зеленый	Красный	Выключатель переполнения топливного бака.		Белый	Электрический спидометр.
Светло-зеленый	Фиолетовый	От клеммы "F" блока аварийной сигнализации до ламп.	Черный	Желтый	От термореле к мотору вентилятора радиатора.
Светло-зеленый	Зеленый		Черный	Оранжевый	Стеклоподъемник.
Светло-зеленый	Белый		Синевато-серый		

Синевато-серый	Коричневый	Стеклоподъемник.
Синевато-серый	Синий	Стеклоподъемник.
Синевато-серый	Красный	Стеклоподъемник.
Синевато-серый	Фиолетовый	Стеклоподъемник.
Синевато-серый	Зеленый	Стеклоподъемник.
Синевато-серый	Светло-зеленый	Стеклоподъемник.

Синевато-серый	Белый	Стеклоподъемник.
Синевато-серый	Желтый	Стеклоподъемник.
Синевато-серый	Черный	Стеклоподъемник.
Синевато-серый	Розовый	Стеклоподъемник.
Синевато-серый	Оранжевый	Стеклоподъемник.

3 Обычно электрические схемы печатаются в черно-белом виде, поэтому для идентификации проводов приняты следующие обозначения:

В = Черный
 G = Зеленый
 N = Коричневый
 P = Фиолетовый
 R = Красный
 S = Синевато-серый
 U = Синий
 W = Белый

Для проводов, состоящих из кабеля основного цвета с цветными полосами обозначения имеют следующий вид:

WG = Белый с зелеными полосками

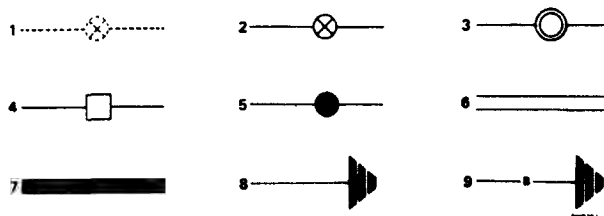
Схемы европейских автомобилей имеют кодировку DIN:

BL = Синий
 BR = Коричневый
 GE = Желтый
 GN = Зеленый
 GR = Серый
 RT = Красный
 SW = Черный
 WS = Белый

- | | |
|---|--|
| 1 Задние противотуманные фонари | 47 Выключатель и лампа индикатора аварийной сигнализации |
| 2 Передние противотуманные фары (если установлены) | 49 Провод с балластным резистором |
| 3 Лампа освещения панели приборов | 50 Блок управления указателями поворота |
| 4 Лампа подсветки прикуривателя | 51 Выключатель обогревателя заднего стекла |
| 5 Левый задний габаритный фонарь | 53 Датчик уровня тормозной жидкости |
| 6 Лампа подсветки номерного знака | 54 Выключатель указателей поворота |
| 7 Правый задний габаритный фонарь | 55 Индикатор неисправности тормозной системы |
| 8 Левый габаритный огонь | 56 Выключатель лампы заднего хода |
| 9 Правый габаритный огонь | 57 Выключатель ламп стоп-сигнала |
| 10 Ближний свет фар | 58 Стабилизатор напряжения |
| 11 Лампа индикатора включенного дальнего света | 59 Лампа индикатора чрезмерного износа тормозных колодок |
| 12 Дальний свет фар | 60 Лампа включенного зажигания |
| 13 Реле передних противотуманных фар (если установлены) | 61 Тахометр (если установлен) |
| 14 Звуковой сигнал | 62 Катушка зажигания |
| 15 Стартер | 63 Датчик износа тормозных колодок |
| 16 Электромагнит стартера | 64 Лампа индикатора дроссельной заслонки |
| 17 Выключатель задних противотуманных фонарей и лампа индикатора | 65 Лампа предупреждения недостаточного давления масла |
| 19 Выключатель ближнего света фар | 66 Лампа включенного ручного тормоза |
| 20 Выключатель указателей поворота в фарах | 67 Лампа предупреждения непристегнутых ремней безопасности |
| 21 Кнопка звукового сигнала (клаксон) | 68 Датчик уровня топлива |
| 22 Выключатель передних противотуманных фар и лампа индикатора | 69 Датчик температуры охлаждающей жидкости |
| 23 Предохранители | 70 Лампы указателей поворота |
| 24 Плавкие связи | 71 Передний правый указатель поворота |
| 25 Выключатель внешних огней | 72 Задний правый указатель поворота |
| 26 Аккумулятор | 73 Индикатор аварийной сигнализации |
| 27 Реле дополнительного оборудования | 74 Левый задний указатель поворота |
| 28 Выключатель очистителей/омывателей заднего стекла (если установлены) | 75 Левый передний указатель поворота |
| 29 Выключатель очистителей/омывателей лобового стекла | 76 Обогреватель заднего стекла |
| 30 Замок зажигания | 77 Лампы заднего хода |
| 31 Реле омывателей фар (если установлены) | 78 Подсветка панели селектора на коробке передач (только для автоматических коробок передач) |
| 32 Мотор обогревателя | 79 Лампы стоп-сигнала |
| 33 Мотор стеклоочистителя заднего стекла (если установлен) | 80 Выключатель лампы индикатора дроссельной заслонки |
| 34 Мотор стеклоочистителя лобового стекла | 81 Выключатель лампы давления масла |
| 35 Прикуриватель | 82 Выключатель лампы индикатора неисправности тормозной системы |
| 36 Часы | 83 Выключатель освещения салона со стороны пассажира |
| 37 Мотор омывателей фар (если установлены) | 84 Выключатель индикатора непристегнутых ремней заднего сиденья |
| 38 Мотор омывателя заднего стекла (если установлен) | 85 Выключатель индикатора непристегнутого ремня водителя |
| 39 Мотор омывателя лобового стекла | 86 Блок измерения уровня топлива в баке |
| 40 Радиоприемник (если установлен) | 87 Индикатор температуры охлаждающей жидкости |
| 41 Лампа и выключатель подсветки салона | 88 Вентилятор радиатора |
| 42 Выключатель мотора обогревателя | 89 Термостат вентилятора радиатора |
| 43 Выключатели в дверях | 90 Распределитель зажигания |
| 44 Реле лампы индикатора неисправности в тормозной системе | 91 Подсветка обогревателя |
| 45 Генератор | 92 Подсветка выключателей панели приборов |
| 46 Блок аварийной сигнализации | |

Обозначения проводов

B Черный	N Коричневый	S Синевато-серый
G Зеленый	O Оранжевый	U Синий
K Розовый	P Фиолетовый	W Белый
LG Светло-зеленый	R Красный	Y Желтый



Условные обозначения

- 1 Если оборудование установлено
- 2 Соединитель проводов
- 3 Соединитель печатной платы панели приборов
- 4 Соединитель печатной платы предохранителей
- 5 Неразъемное соединение
- 6 Печатная плата панели приборов
- 7 Печатная плата предохранителей
- 8 Компоненты, заземляемые непосредственно
- 9 Компоненты с заземлением через провод

Обозначения к схеме электропроводки Austin Metro

A1 Дальний/ближний свет передних фар
 A2 Парковочные огни
 A3 Указатели поворота
 A4 Дальний/ближний свет передних фар
 A5 Парковочные огни
 A6 Указатели поворота
 A7 Высокий тон звукового сигнала
 A8 Низкий тон звукового сигнала
 A9 Мотор стеклоочистителей передних фар (для модели Nordic)

B1 Регулятор напряжения
 B2 Водяной насос
 B3 Микровыключатель
 B4 Четырехходовой клапан
 B5 Стартер
 B6 Выключатель датчика температуры охлаждающей жидкости
 B7 Клапан выключения сцепления
 B8 Выключатель лампы стоп-сигнала
 B9 Поплавок датчика уровня тормозной жидкости
 B10 Катушка зажигания
 B11 Датчик давления масла
 B12 Генератор
 B13 Трехходовой клапан (Швеция)
 B14 Жиклер холостого хода (Швеция)
 B15 Мотор стеклоочистителей лобового стекла

C1 Вольтметр
 C2 Датчик температуры
 C3 Датчик уровня топлива
 C4 Лампа повышенной температуры охлаждающей жидкости
 C5 Лампа резервного остатка топлива
 C6 Лампа левого указателя поворота
 C7 Лампа индикатора парковочных огней
 C8 Лампа включенного ручного тормоза
 C9 Лампа недостаточного давления масла
 C10 Лампа индикатора неисправности тормозной системы
 C11 Лампа индикатора дроссельной заслонки
 C12 Лампа индикатора непристегнутых ремней безопасности
 C13 Лампа включенной аварийной сигнализации
 C14 Лампа индикатора дальнего света
 C15 Задние противотуманные фонари
 C16 Лампа индикатора низкой компрессии
 C17 Лампа индикатора обогревателя заднего стекла
 C18 Лампа правого указателя поворота
 C19 Переключатель дальнего/тусклого света фар
 C20 Выключатель парковочных огней
 C21 Выключатель обогревателя заднего стекла
 C22 Выключатель задних противотуманных фонарей
 C23 Выключатель подсветки открытой левой двери
 C24 Лампа подсветки салона
 C25 Дроссельная заслонка
 C26 Выключатель указателей поворота
 C27 Выключатель зажигания
 C28 Выключатель стеклоочистителей лобового стекла
 C29 Механизм включения пониженной передачи
 C30 Часы
 C31 Вентилятор
 C32 Реостат вентилятора
 C33 Прикуриватель
 C34 Выключатель лампы освещения ящика для перчаток
 C35 Лампа освещения ящика для перчаток
 C36 Индикатор поворота

C37 Лампа подсветки панели приборов
 C38 Лампа подсветки обогревателя
 C39 Лампа подсветки переключателя дальнего/тусклого света фар
 C40 Лампа подсветки выключателя парковочных огней
 C41 Лампа подсветки выключателя обогревателя заднего стекла
 C42 Лампа подсветки выключателя задних противотуманных фонарей
 C43 Лампа подсветки прикуривателя
 C44 Лампа подсветки часов
 C45 Радиоприемник (если установлен)

D1 Выключатель селектора передач
 D2 Выключатель низкой компрессии
 D3 Выключатель аварийной сигнализации
 D4 Контакт левого переднего ремня безопасности
 D5 Контакт правого переднего ремня безопасности
 D6 Контакт подушки заднего сидения
 D7 Выключатель ручного тормоза
 D8 Выключатель шкалы селектора передач

E1 Обогреватель заднего стекла
 E2 Выключатель лампы освещения багажника
 E3 Лампа освещения багажника
 E4 Лампа индикатора указателей поворота
 E5 Задние габаритные огни / стоп-сигналы
 E6 Задние габаритные огни
 E7 Задние противотуманные фонари
 E8 Огни заднего хода
 E9 Поплавок
 E10 Лампа освещения номерного знака
 E11 Огни заднего хода
 E12 Задние противотуманные фонари
 E13 Задние габаритные огни
 E14 Задние габаритные огни / стоп-сигналы
 E15 Лампа индикатора указателей поворота
 E16 Выключатель подсветки открытой правой двери

1.0 Аккумулятор
 2.0 Блок предохранителей
 2.1 Лампа индикатора указателей поворота
 2.2 Блок включения аварийной сигнализации
 2.3 Реле звукового сигнала
 2.4 Реле дальнего/тусклого света
 2.5 Реле включения наружного освещения
 2.6 Реле блокировки пуска двигателя
 2.7 Реле обогревателя заднего стекла
 2.8 Реле включения омывателей/стеклоочистителей передних фар (модель Nordic)

Обозначения цветов проводов

W	Белый	D GR	Темно-зеленый
R	Красный	L GR	Светло-зеленый
OR	Оранжевый	GR/GE	Зеленый/желтый
RS	Розовый	GE	Желтый
D BR	Темно-коричневый	L	Сиреневый
L BR	Светло-коричневый	G	Серый
D BL	Темно-синий	ZW	Черный
L BL	Светло-синий		

Условные обозначения

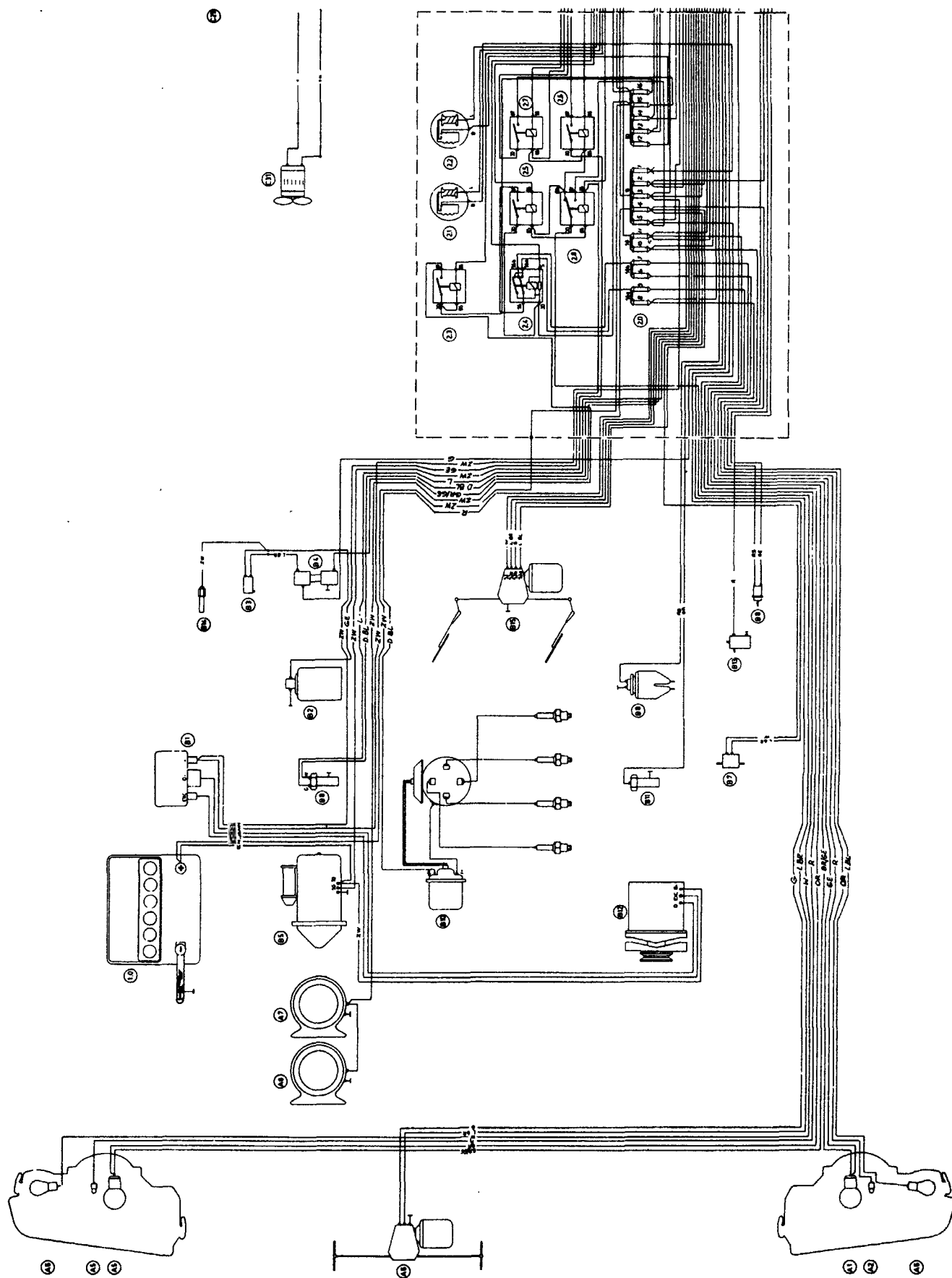


Рис. 13.6. Схеме электропроводки для Volvo 340

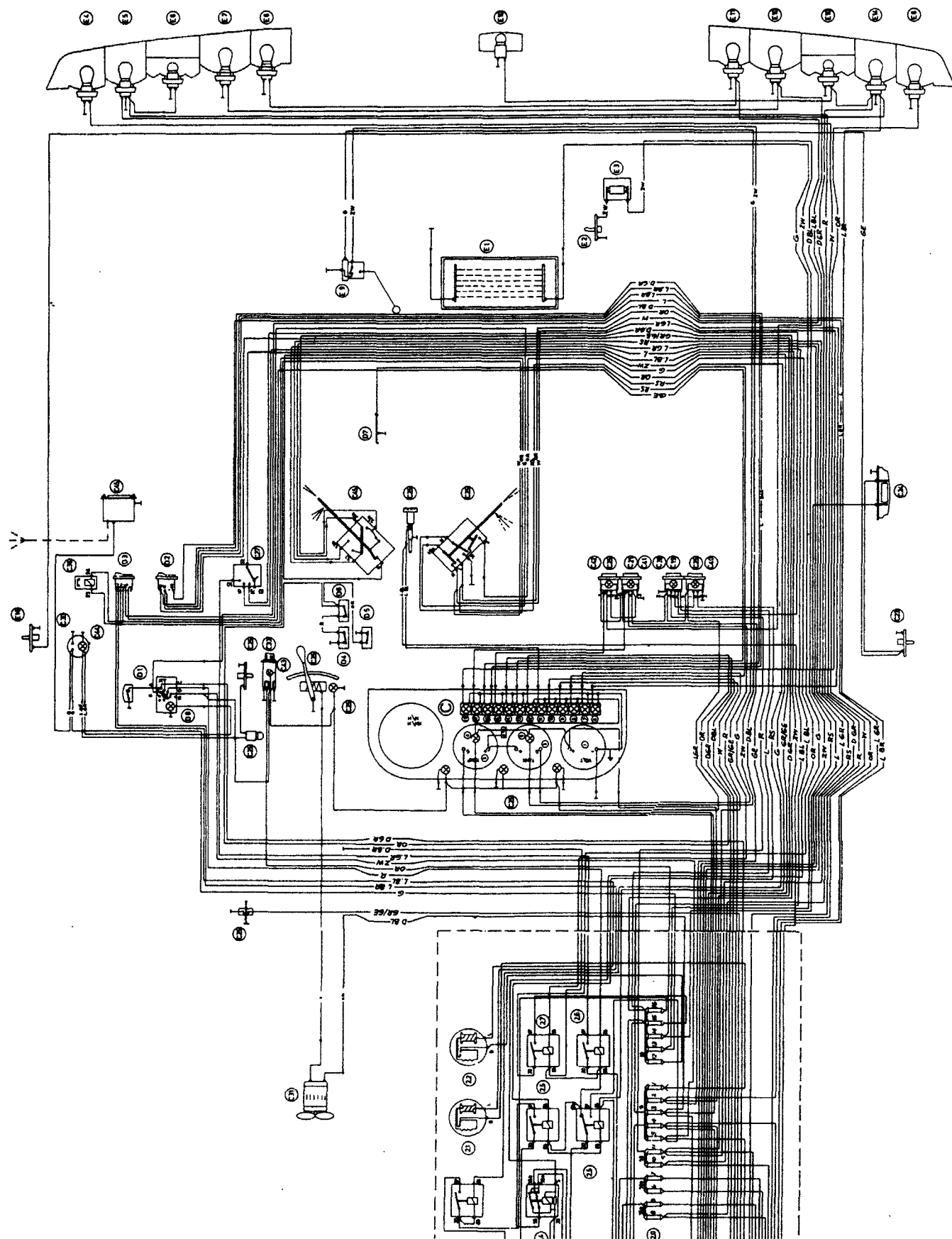


Рис. 13.6. Схема электропроводки для Volvo 340



Рис. 13.7. Схема распределения электроэнергии для автомобиля Rover 800 Feedback

2 По мере усложнения электрооборудования автомобиля имеется тенденция к тому, что схемы электропроводки автомобиля представляются в виде отдельных схем для каждой из систем. Например, для автомобилей серии Rover 800 в руководстве по эксплуатации представлены отдельные схемы для

распределения электроэнергии, системы внутреннего освещения, системы центральной блокировки, бортового компьютера, панели приборов, системы управления сидениями, системы наружного освещения и топливной системы. На рис. 13.7 представлена схема распределения электроэнергии для модели 2.7.

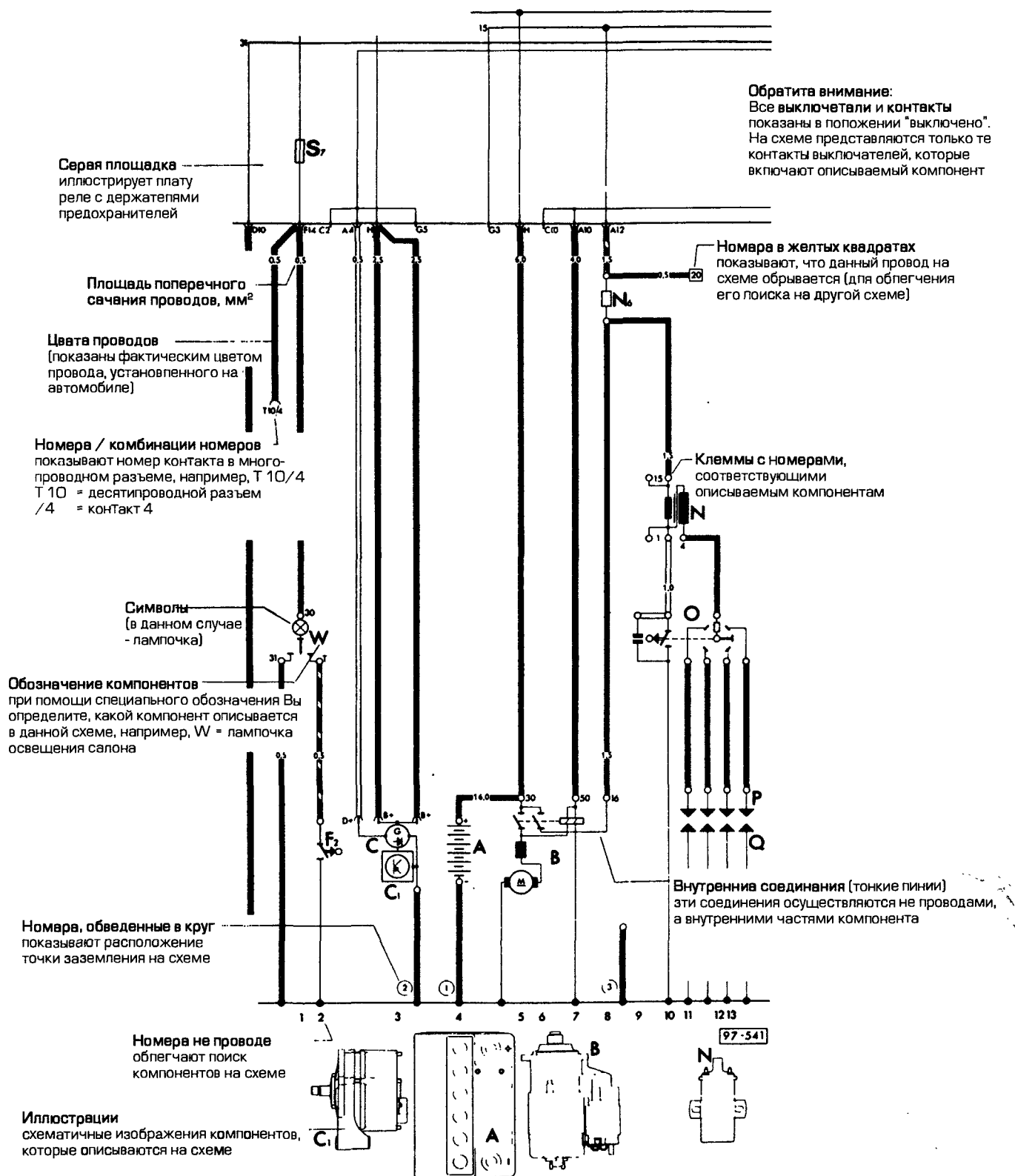


Рис. 13.8. Инструкция к чтению схем электропроводки автомобилей Фольксваген

3 Фирма Фольксваген, в отличие от других, представляет отдельные схемы электропроводки для каждой системы, установленной на автомобиле. На схемах показываются все компоненты, а также их соединения (см. рис. 13.8 и 13.9).

Приведенная схема электропроводки предназначена исключительно для учебных целей. По этой схеме легко проследить цепи питания компонентов, а также их положение на автомобиле.

Общие обозначения

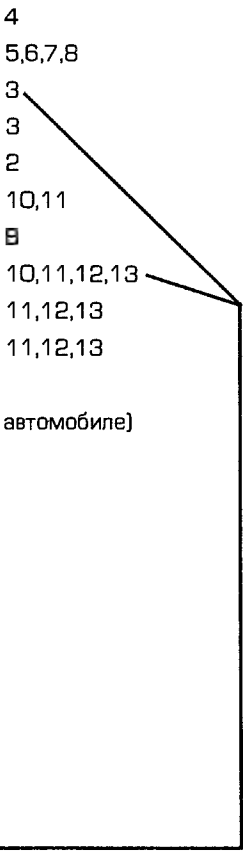
Некоторые компоненты электросети автомобиля используются на всех схемах.

Например, на всех схемах изображен аккумулятор или клемма "N" катушки зажигания.

Обозначение

- A - аккумулятор
 - B - стартер
 - C - генератор
 - C1 - регулятор напряжения
 - F2 - контакты выключателя двери
 - N - катушка зажигания
 - N6 - ступенчатый резистор (для катушки)
 - O - распределитель зажигания
 - P - коннектор свечи зажигания
 - Q - свечи зажигания
 - S7 - предохранитель в блоке предохранителей
 - T1O - разъем десятипроводной на панели приборов (уточняется местоположение разъема на автомобиле)
 - W - лампа освещения салона
-
- 1 - заземление, аккумулятор / корпус
 - 2 - заземпение, генератор / двигатель
 - 3 - заземление, коробка передач / шасси

номер провода



Номера проводов облегчают поиск компонента на схеме электропроводки. Предохранители, соединения проводов и точки заземления не имеют номеров.

Рис. 13.8. Инструкция к чтению схем электропроводки автомобилей Фольксваген (продолжение)

4 Символы, обозначающие компоненты электрической схемы, установленные на автомобиле, могут отличаться для разных автомобилей (в зависимости от страны-изготовителя), однако, на всех схемах имеются условные обозначения всех компонентов. Схемы электропроводки автомобилей европейского производства обычно обозначаются в кодировке DIN (см. рис. 13.10).

5 Обозначение клемм и разъемов на автомобиле и на схемах совпадают между собой, что облегчает поиск и устранение неисправностей. Некоторые номера и буквенные обозначения

разъемов по системе DIN являются общими для всех автомобилей европейского производства.

Некоторые номера разъемов имеют первостепенное значение. Так, разъем 30 всегда подключен к питанию от аккумулятора, что может быть важным при подключении дополнительного электрооборудования. Разъем 31 представляет собой заземление, а разъем 31b - заземление при включенном зажигании.

6 В стандарте Великобритании BS3939 приведены рекомендуемые символы для электрооборудования, согласованные с

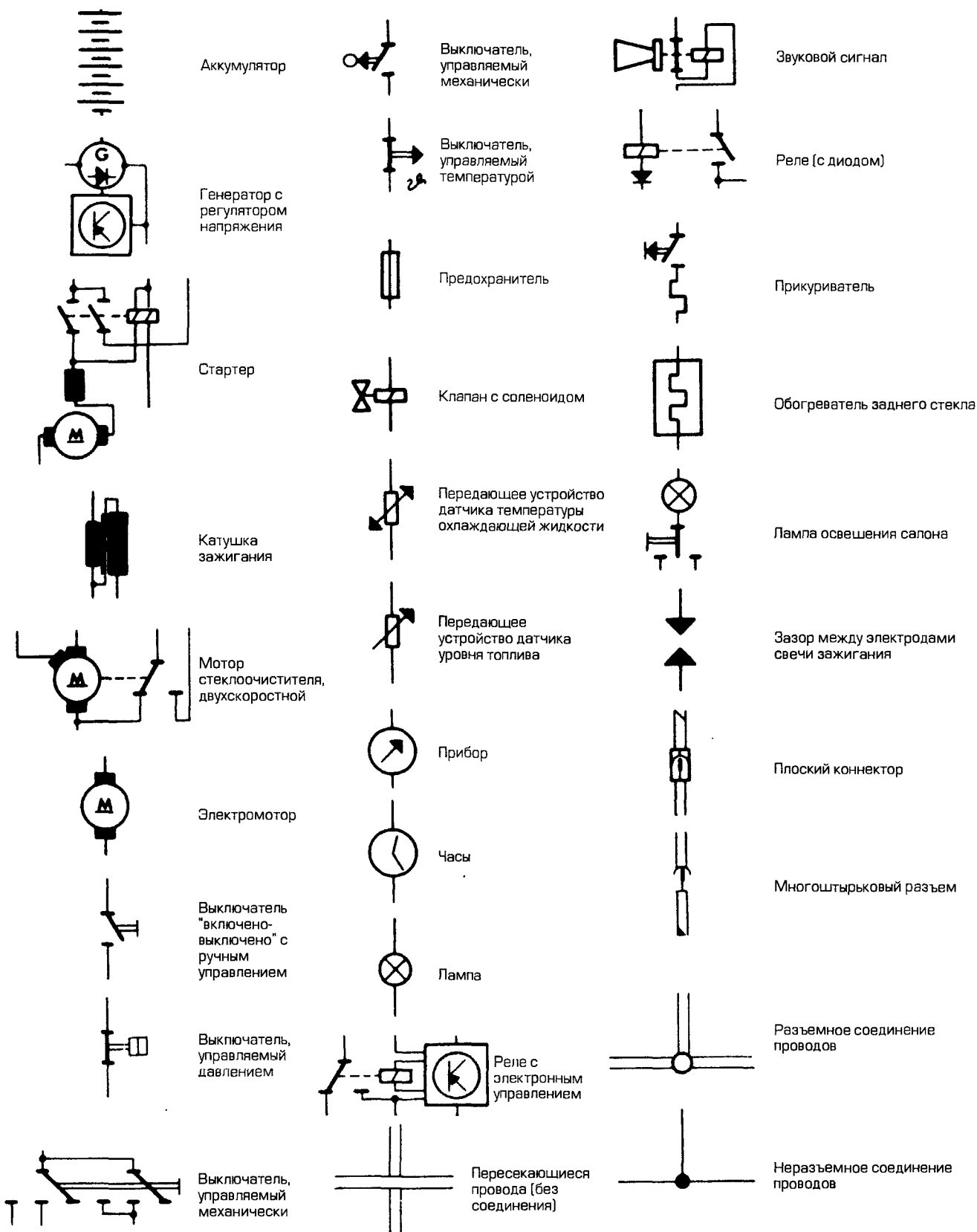


Рис. 13.9. Условные обозначения на схемах электропроводки автомобилей Фольксваген

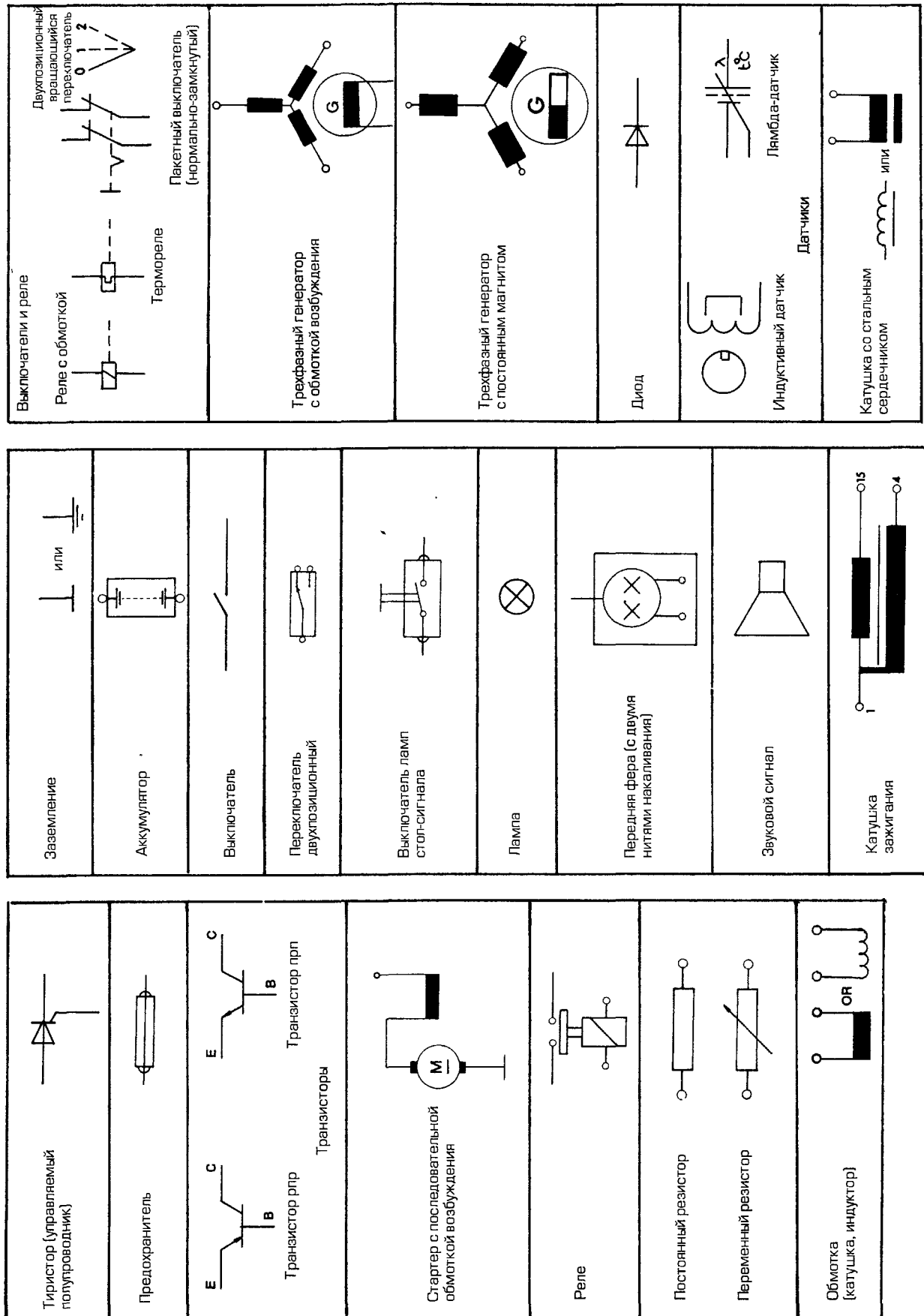


Рис. 13.10. Условные обозначения электрических компонентов в кодировке DIN

Международной Электротехнической Комиссией. Изготовители автомобилей придерживаются некоторых обозначений из этого стандарта, хотя и не полностью следуют ему.

7 Ниже приведены цифровые коды для обозначения разъемов автомобильного электрооборудования по стандартам DIN. Более детально с этим стандартом читатель может ознакомиться, приобретя книгу "Графические символы и схемы электропроводки для автомобильной электросети", изданной фирмой Bosch.

Номер разъема	Обозначение / применение
1	Катушка зажигания - контакт прерывателя
4	Катушка зажигания - высоковольтный выход для распределителя
15	Питание от замка зажигания
16	Выход триггерного блока - катушка зажигания и блок управления
30	Положительная клемма аккумулятора
31	Заземление
31b	Заземление через замок зажигания
49	Блок указателей поворота от замка зажигания
50	Соленоид стартера - стартер
51	Выход генератора: через выпрямитель
56	Передние фары
56a	Выключатель дальнего света
56b	Выключатель тусклого света
58	Боковые и задние габаритные огни
61	Лампа разряда аккумулятора
75	Аксессуары: радиоприемник, прикуриватель и т.п.
B +	Аккумулятор, клемма "+"
B -	Аккумулятор, клемма "-"
D +	Генератор, клемма "+"
DF	Обмотка возбуждения генератора

болтовое крепление этого кабеля к корпусу и регулярно очищать его от коррозии.

2 Клеммы аккумулятора могут быть источником падения напряжения при большой нагрузке (например, при работе стартера). Наиболее частый симптом неполадки - при включении стартера слышен щелчок реле стартера, но стартер не вращается. Клеммы и разъемы аккумулятора должны быть тщательно очищены от следов окисления (белого налета). После подключения клеммы аккумулятора рекомендуется смазать техническим вазелином или специальной антикоррозионной смазкой.

3 Ненадежное соединение клеммы с разъемом может быть причиной разрыва в цепи электрического тока, особенно при большой нагрузке. Проверить соединение можно, подключив один разъем вольтметра к клемме, а вторым проводя по разъему: при ненадежном соединении показания вольтметра будут хаотически изменяться.

4 Для электропроводки применяются различные виды соединений. Самым надежным, но неудобным является паяное соединение. Для пайки требуется тщательная очистка поверхностей. При пайке следует применять только канифоль, но не кислоту (из-за вероятности коррозии). Припой, применяемые в электронной технике не годятся для автомобильной электропроводки. Рекомендуется применять припой, имеющие высокую температуру плавления (для мощности от 65 до 150 Вт).

5 Для обжима наконечников на проводах требуется специальный инструмент, напоминающий по форме пассатижи, которым можно обрезать провод, зачистить изоляцию и правильно зажать отогнутые лепестки наконечника на зачищенном конце провода (см. рис. 13.11, 13.12). Таким способом можно получить надежный контакт, но для этого следует внимательно следить за

6 Соединения и разъемы

1 Чистые соединения являются залогом безаварийной работы электрооборудования автомобиля. Особенно это касается тех соединений, которые подвержены воздействию погодных условий. Через плетеный кабель между отрицательной клеммой аккумулятора и корпусом автомобиля проходит весь ток при работе электрооборудования. Поэтому чрезвычайно важно проверять

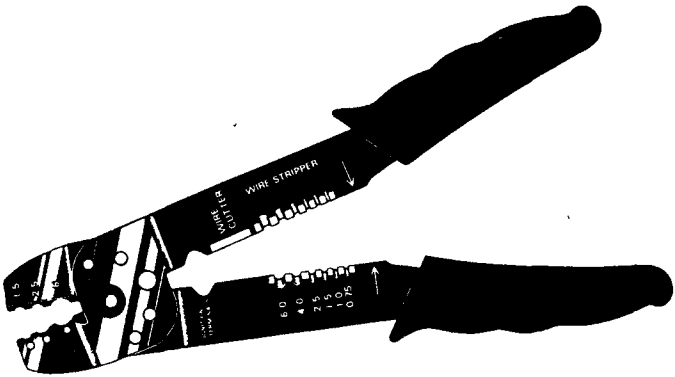


Рис. 13.11. Инструмент для обжима наконечников

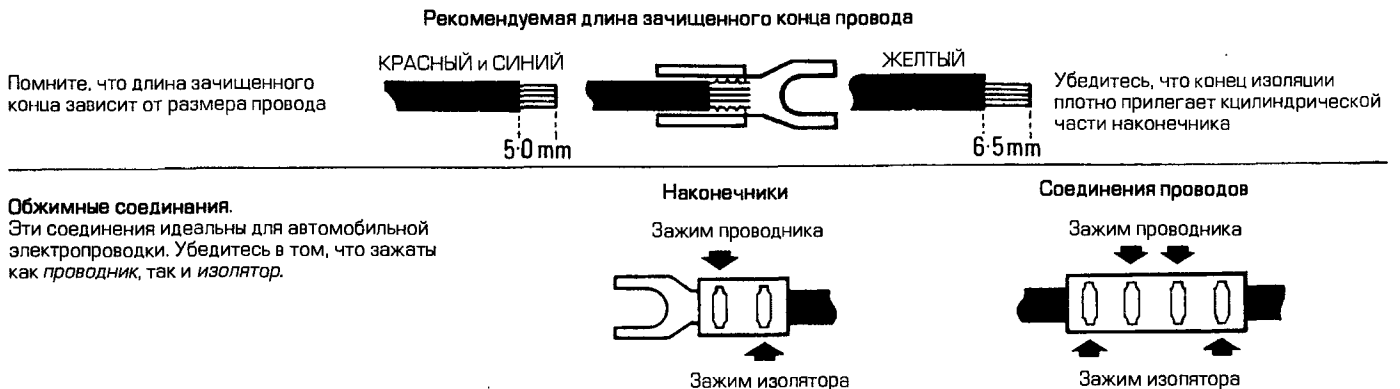


Рис. 13.12. Обжимные соединения

Обжимные соединения. Эти соединения идеальны для автомобильной электропроводки. Убедитесь в том, что зажаты как проводник, так и изолятор.

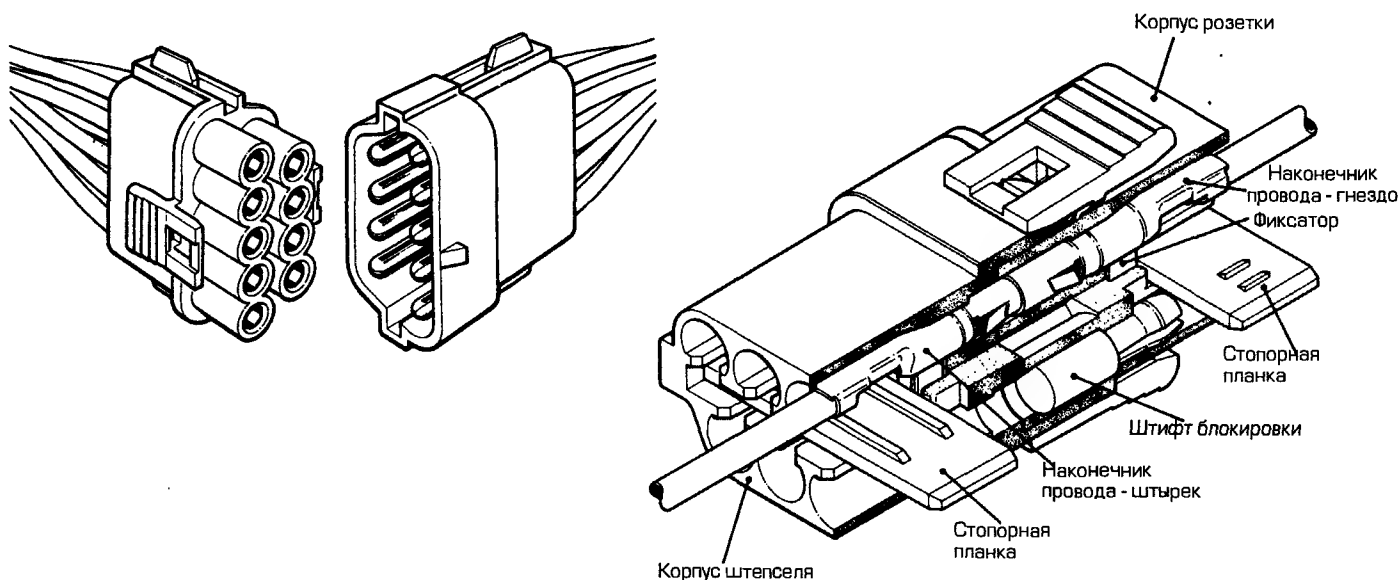


Рис. 13.13. Штепсельный разъем для автомобильной электропроводки (производство компании Rists)

чистой зажимаемого провода и наконечника. Попадание грязи в соединение приводит к падению напряжения на нем и является частой причиной неудовлетворительной работы электрической цепи.

6 В современных автомобилях широкое распространение получили щетельные соединения. Большинство ламп подключается таким образом. Дочерняя компания Rists, Ltd фирмы Lucas

производит широкий ассортимент штепсельных соединений (см. рис. 13.13) для автомобильной электропроводки.

В этих разъемах предусмотрен стопор против случайного разрыва соединения. В автомобильной проводке запрещены разъемы, которые могут соединяться не одним способом. Это очень важно, особенно там, где следует соблюдать полярность подключения.

7 Разъемы с плоскими наконечниками (см. рис. 13.14) хорошо зарекомендовали себя в автомобилестроении. Они способны пропускать ток до 17,5 А. В то же время разъем генератора (см. рис. 13.15) включает в себя контакты разных размеров в соответствии с пропускаемым через них током (основной ток и ток возбуждения).

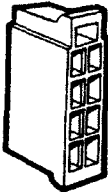
Корпус	Тип
54935500 Черный полипропилен	 В- или 9-штырьковый (17,5А)
54935502 Черный полипропилен	 4- или 5-штырьковый (17,5А)
54939680	 4- или 5-штырь- ковый (для мотора стеклоочистителей использует плоские разъемы 4,8мм)
5419048В	 4- штырьковый, используется в блоке управления

Рис. 13.14. Разъемы с плоскими контактами



Рис. 13.15. Разъём генераторе

7 Плавкие предохранители

1 Большинство электрических цепей автомобиля имеют защиту для отключения от аккумулятора в случае короткого замыкания. Аккумулятор способен выдать ток большой силы, который может расплавить изоляцию всех проводов, покоробить пластины аккумулятора и даже вызвать пожар. Чаше всего эту роль выполняют плавкие предохранители.

2 Предохранитель состоит из двух головок и полоски из легкоплавкого металла между ними. При возникновении перегрузки эта полоска плавится и разрывает электрическую цепь.

3 Предохранитель может быть заменен, однако, перед его заменой следует найти и устранить причину выхода его из строя (иначе новый предохранитель тоже расплавится).

4 В настоящее время на автомобилях используются предохранители четырех типов:

- (а) Стекланные трубчатые предохранители
- (б) Керамические предохранители
- (в) Предохранители с плоскими контактами
- (г) Плавкие связи

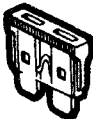
Следует отметить, что стекланные предохранители имеют номинал, соответствующий их точке плавления, в то время, как номинал керамических предохранителей соответствует непрерывной нагрузке на них и составляет лишь половину максимального тока.

5 На рис. 13.16 приведены предохранители типов (а), (б) и (в), их маркировка и номинальные токи. Как правило, предохранители размещены в блоке предохранителей в специальных держателях, но для оборудования, установленного не на заводе-изготовителе могут применяться дополнительные предохранители.

На рис. 13.17 представлена конструкция блока предохранителей, соединенных непосредственно с электропроводкой автомобиля. Это уменьшает число дополнительных соединений и, следовательно, падение напряжения.

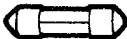
6 Плавкие связи применяются для защиты автомобиля от пожара и устанавливаются на проводах, проходящих через корпус автомобиля. Плавкая связь представляет собой предохранитель с высоким номиналом, устанавливаемый на кабеле, ведущем от аккумулятора. Он перегорает в случае короткого замыкания в системе проводов. Некоторые плавкие связи могут быть легко заменены, в других случаях они впаяны в главный кабель и заменить их довольно трудно.

Предохранители с плоскими контактами

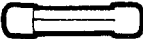


Внешний вид	Номинал, А
Фиолетовый	3
Розовый	4
Оранжевый	5
Коричневый	7,5
Красный	10
Синий	15
Желтый	20
Белый	25
Зеленый	30

Стекланные предохранители



С коническими концами



С цилиндрическими концами

Внешний вид	Номинал, А
Синий	3
Желтый	4,5
Коричневый	8,0
Красный с зеленым	10,0
Белый	35,0

С цилиндрическими концами

Внешний вид	Номинал, А
Красный с синим	2,0
Красный	5,0
Синий с зеленым	8,0
Черный с синим	10,0
Светло-коричневый	15,0
Розовый	25,0
Белый	35,0
Желтый	50,0

Керамические предохранители



Внешний вид	Номинал, А
Длина 25 мм	
Желтый	5
Белый	8
Красный	16
Синий	25

Рис. 13.16. Автомобильные предохранители

7 Предохранители практически не нуждаются в обслуживании. Периодически осматривайте их и удаляйте при помощи тонкой наждачной бумаги следы коррозии на их контактах.

8 Представляет интерес термический прерыватель, защищающий цепи осветительных приборов. Он состоит из биметалличес-

Для предохранителей с плоскими контактами или стекланных предохранителей

Рис. 13.17. Блок предохранителей (Компания Rists)

Electrical systems

кой полосы и пары контактов. При любой нагрузке в цепи, превышающей номинальную, биметаллическая полоса нагревается и изгибается, размыкая контакты. Осветительные приборы периодически загораются и гаснут, что дает возможность доехать до гаража при неисправной электропроводке. Типичный биметаллический прерыватель передает ток до 25 А, а при токе 33 А остается открытым от 30 до 180 секунд.

8 Дополнительное оборудование

1 В настоящее время в продаже имеется широкий выбор дополнительных автомобильных аксессуаров. При их установке и подключении следует проявить осмотрительность для обеспечения надежного функционирования и безопасности.

2 Обычно в комплект поставки дополнительного электрооборудования входит и провод питания, однако, этот провод имеет минимальный размер для обеспечения работы. Сравните этот провод с таблицей, приведенной в этой главе и, при необходимости, подберите более толстый провод.

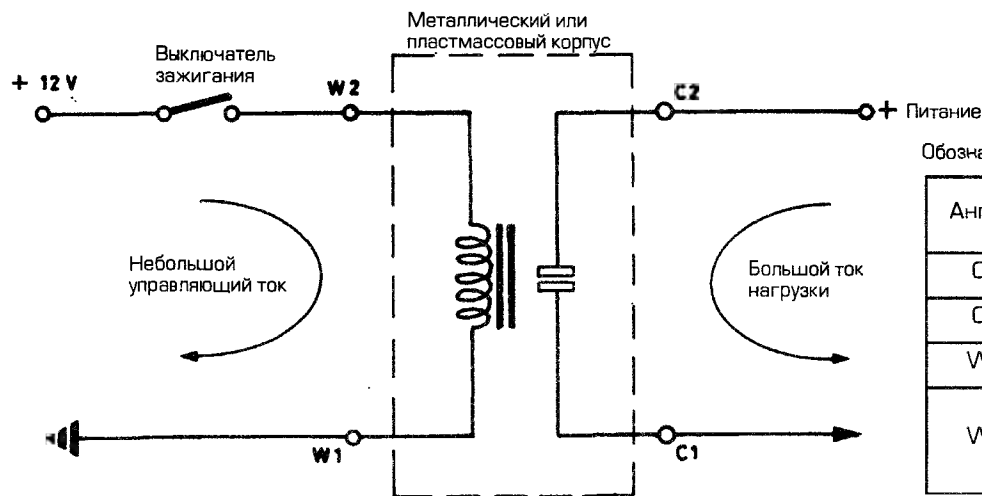
3 Электропроводка оборудования зависит от типа автомобиля. Вам следует решить, откуда это оборудование будет получать питание: от аккумулятора или от генератора, то есть при включенном зажигании. Питание от аккумулятора может привести к его разряду, если оборудование не выключить при длительной стоянке автомобиля. При подключении к замку зажигания следует

помнить, что слишком большой ток может разрушить контакты замка зажигания. Возможно, Вам понадобится установить реле для включения оборудования от замка зажигания (например, для подключения фары-прожектора, обогревателя заднего стекла, противотуманных фар или звуковых сигналов).

4 Реле - электрически управляемый выключатель или переключатель (см. главу 1). Главные контакты включаются (выключаются), когда на обмотку реле подается небольшой ток управления. Приобрести реле, подходящее для устанавливаемого оборудования, не представляет труда. На рис. 13.18 показана принципиальная электрическая схема реле, а на рис. 13.19 - условные обозначения реле. Примеры включения реле в электрические схемы приводятся ниже.

5 Дополнительные фары, устанавливаемые на автомобилях для усиления действия дальнего света, должны гаситься одновременно с переключением дальнего света на ближний. Для обеспечения этого требования дополнительные фары должны подключаться через реле включения ламп дальнего света (см. рис. 13.20). При установке дополнительных фар имейте в виду, что фирмой Hella выпускаются решетки для крепления дополнительных фар. Это избавит Вас от утомительных попыток приспособить фары к кузову автомобиля.

6 При работе обогревателя заднего стекла сила тока составляет 6 А, поэтому реле должно быть установлено в корпусе. Подключать обогреватель заднего стекла желательно к выключателю зажигания, чтобы случайно не забыть его выключить на стоянке (см. рис. 13.21).

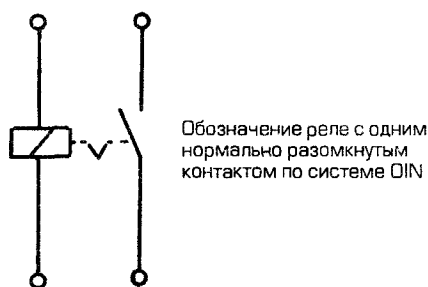


Обозначения разъемов по стандартам:

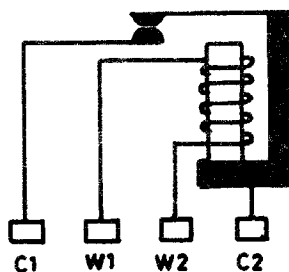
Англия	Германия (DIN)	Италия
C1	87	A
C2	30	B
W1	B5	P
W2	86	Буква или цифра отсутствуют

Примечание: Эта схема показывает только принцип работы. На схемах электрооборудования реле так не обозначают.

Рис. 13.18. Подключение реле



Обозначение реле с одним нормально разомкнутым контактом по системе DIN



Типичное обозначение реле изготовителями автомобилей (не стандартизированное)

Рис. 13.19. Обозначения реле

7 Звуковые сигналы также следует подключать через реле, поскольку сила тока при их работе достаточно велика. В схеме, приведенной на рис. 13.22, кнопке включения звуковых сигналов замыкает провод заземления. Если установленный на Вашем автомобиле звуковой сигнал подключен через реле, то при замене звуковых сигналов их можно просто заменить или включить второе реле через первое.

8 В настоящее время широко применяются соединители проводов, обычно самоконтрастирующего типа. При их замене нужно лишь убедиться, что Вы выбрали соединитель подходящего размера. Соединители типа Scotchlok, предназначенные для

большинства автомобильных электрических цепей, обычно окрещены в синий цвет, для более тонких проводов - в красный, а для более толстых - в коричневый или желтый.

9 Не подвергайте перегрузке блок предохранителей. Если Вы решили установить дополнительное оборудование, лучше установите дополнительные предохранители. Питание для реле управления дополнительным оборудованием может осуществляться от выключателя зажигания, а сама цепь питания дополнительного оборудования - от аккумулятора через дополнительный предохранитель (см. рис. 13.23).

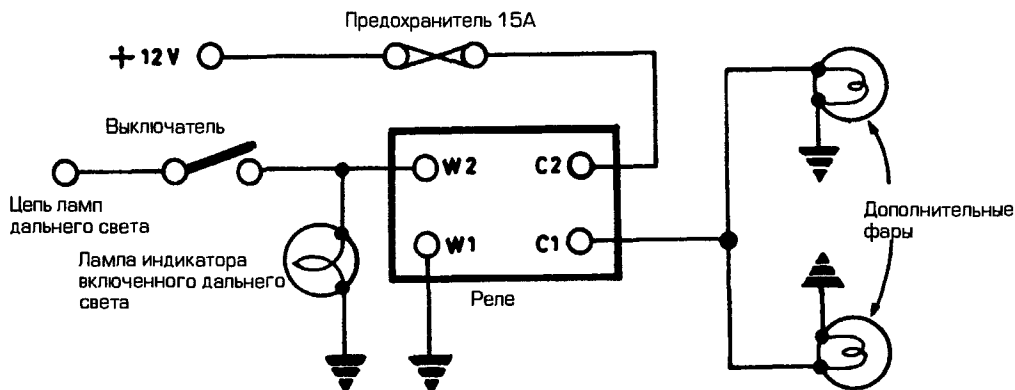


Рис. 13.20. Подключение дополнительных фар при помощи реле

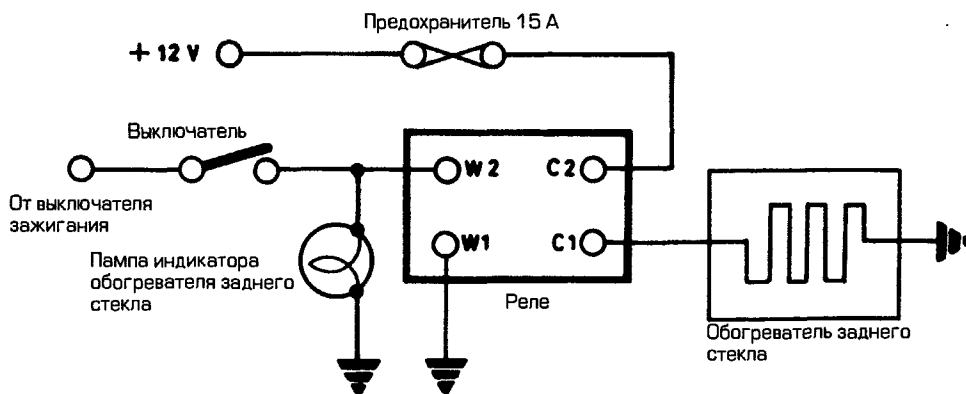


Рис. 13.21. Цепь подключения обогревателя заднего стекла

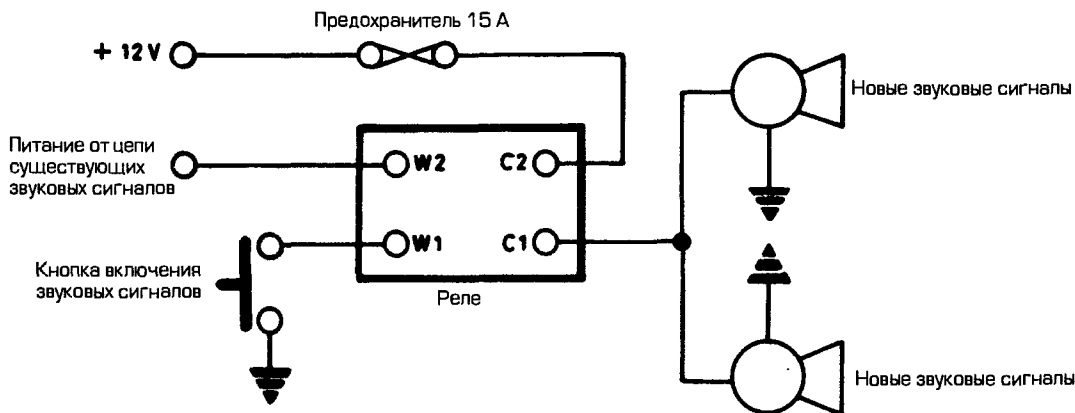


Рис. 13.22. Цепь подключения звукового сигнала

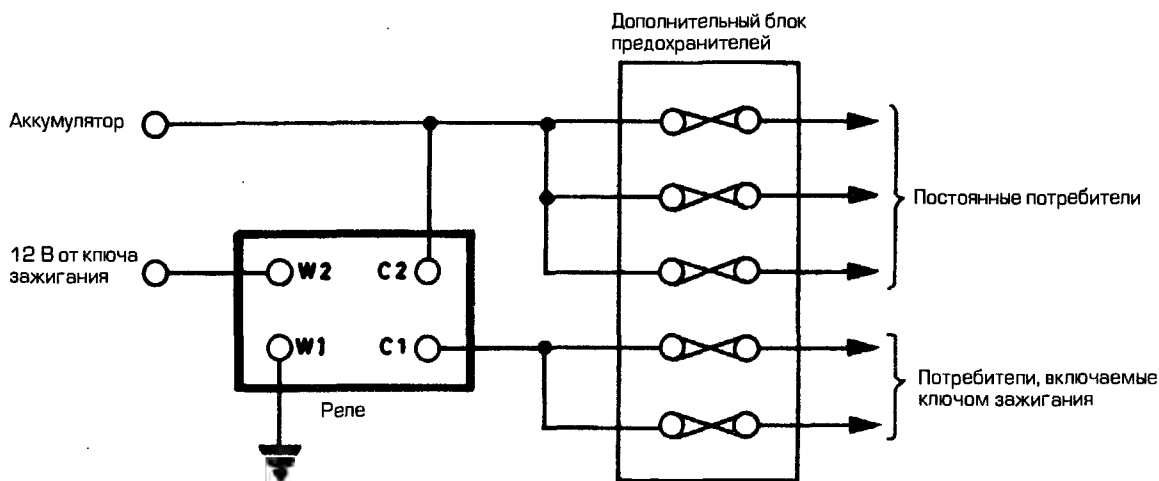


Рис. 13.23. Подключение дополнительного блока предохранителей

10 При подключении дополнительного оборудования обеспечьте его надежное заземление. Возможно, Вам придется зачистить краску, чтобы добраться до металла. На конца провода заземления обязательно закрепите наконечник. Для защиты соединения от коррозии смажьте место заземления смеской, применяемой для защиты клемм аккумулятора.

9 Инструменты для электроработ

1 Заведите специальный комплект инструментов для работ с электрооборудованием. Не применяйте для этих цепей инструменты для других работ, чтобы не испачкать маслом проводку и элементы цепи.

2 Ниже приведен перечень инструментов, подходящих для проведения большинства работ с электрооборудованием:

- Перочинный нож (для зачистки проводов от изоляции)
- Гаечный ключ с резиновой прокладкой для разборки разъемов
- Отвертка с крестообразным концом и изолирующей ручкой
- Комбинированные плоскогубцы
- Плоскогубцы для обработки высоковольтных проводов (необязательно)
- Бокорезы
- Клеши для снятия стопорных колец
- Круглогубцы
- Пробойник
- Приспособление для обжима проводов
- Набор различных наконечников
- Набор ключей (дюймовых и метрических)
- Свечной ключ
- Плоский напильник для зачистки контактов
- Набор щупов (стальных и пластмассовых)
- Провода большого сечения с зажимами типа "крокодил"
- Маленькая лампочка с проводами (тестовая лампа)
- Комплект уплотнительных прокладок
- Ареометр
- Паяльник (минимум на 65 Вт, однако может понадобиться и на 150 Вт)
- Приспособление для удаления припоя

10 Контрольно-измерительные инструменты и приспособления

1 Автовладельцу полезно иметь в своем распоряжении универсальный тестер с диапазонами измерений, специально предназначенными для систем автомобильного электрооборудования. Можно использовать и обычный тестер, но он вряд ли подойдет, например, для измерения тока в работающем стартере. Кроме того, в современных автомобильных тестерах есть дополнительные функции, такие как поиск разрыва в цепи, проверка состояния контактов, а также измерение частоты вращения двигателя [тахометр].

Тестеры бывают цифровые и аналоговые. Принципиально эти тестеры мало чем отличаются друг от друга, хотя, как правило, цифровые тестеры обладают большим количеством функций и стоят дороже аналоговых.

2 На рис. 13.24 и 13.25 представлены тестеры двух видов. Тестер Lucas Pocketune - легкий и удобный электронный тестер с шестью функциями: тахометром с двумя пределами измерений, вольтметром, омметром, проверкой состояния контактов и измерителем продолжительности замкнутого состояния контактов прерывателя. Этот тестер имеет встроенную защиту от неправильной полярности. Недостатком этого тестера является отсутствие амперметра.

Тестер Gunson's Testline имеет вольтметр, амперметр, омметр и устройство для измерения тока утечки аккумулятора (с точностью до 0,005А). Кроме того, тестер может использоваться как тахометр и измеритель продолжительности замкнутого состояния контактов прерывателя.

Специальное устройство напоминает о необходимости отключения тестера от цепи при переключении диапазона измерения. Если, например, Вы случайно переключили тестер на измерение силы тока в цепи с внешней нагрузкой, короткое замыкание разрушило бы прибор.

3 На рис. 13.26 представлен недорогой, но удобный тестер. Он представляет собой оригинальное устройство для измерения напряжения, сопротивления, угла замкнутого состояния контактов прерывателя, проверки состояния контактов, частоты вращения



Рис. 13.24. Тестер Lucas Pocketune

Серийный номер	YDB100
Спецификация	
Дисплей	Аналоговый
Система	12В
Пределы измерений	0-1600 об/мин 0-6000 об/мин 0-16 В 30°-90° угол замкнутого состояния контактов прерывателя для 4-цилиндрового двигателя 20°-60° угол замкнутого состояния контактов прерывателя для 6-цилиндрового двигателя 0-20 кОм Проверка контакта в разъемах Есть контакт/Нет контакта

Защита от неправильной полярности	Есть
Защита от перегрузок	Есть
Длина проводов	1,0 м
Наконечники	Типа "крокодил"
Размеры:	
Высота	162 мм
Ширина	60 мм
Длина	30 мм
Масса	190 г
Инструкция по эксплуатации	Есть
Материал корпуса	Пластмасса



Рис. 13.25. Тестер Gunson's Testune

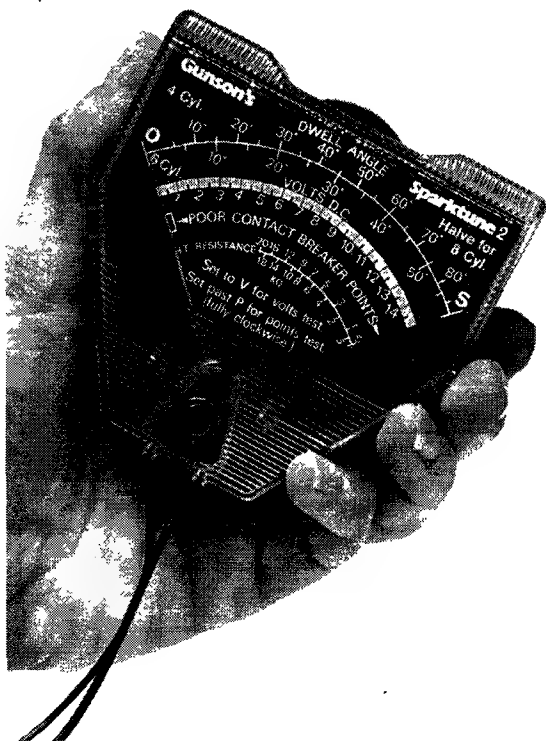


Рис. 13.26. Тестер Sparktune

двигателя и состояния аккумулятора. Этот прибор обладает двумя полезными свойствами.

4 Определение замкнутого состояния контактов прерывателя осуществляется на основе измерения среднего напряжения между линией питания системы зажигания и распределителем зажигания. Прибор не отслеживает импульсов напряжения, а измеряет среднее напряжение как сумму импульсов. Шкала прибора отградуирована в градусах замкнутого состояния контактов прерывателя (см. рис. 13.27).

5 Первоначально, при подключении к линии питания катушки зажигания и к массе, тестер настроен на максимальный предел измерения. При этом двигатель вращается стартером, но еще не заводится, поскольку провод распределителя зажигания отсоединен (см. рис. 13.2В). Затем тестер подключается между линией питания катушки зажигания и контактом распределителя зажигания. Обратите внимание на то, что между контактом распределителя и катушкой зажигания нет никакого соединения, поэтому двигатель не заведется. Если снова вращать двигатель стартером, прибор будет показывать угол замкнутого состояния контактов прерывателя.

6 Большое сопротивление можно измерить, используя свойства вольтметра, который сам имеет большое внутреннее сопротивление. Например, для того, чтобы измерить сопротивление высоковольтного провода, его нужно подключить к аккумулятору последовательно с тестером. При этом ток, протекающий через тестер будет меньше, чем без провода, а его сопротивление можно определить по шкале сопротивления.

7 Более сложными являются универсальные тестеры, содержащие микросхемы. Вышеупомянутый тестер Gunson Testune является примером прибора такого класса, который может измерять угол замкнутого состояния контактов, ток, напряжение,

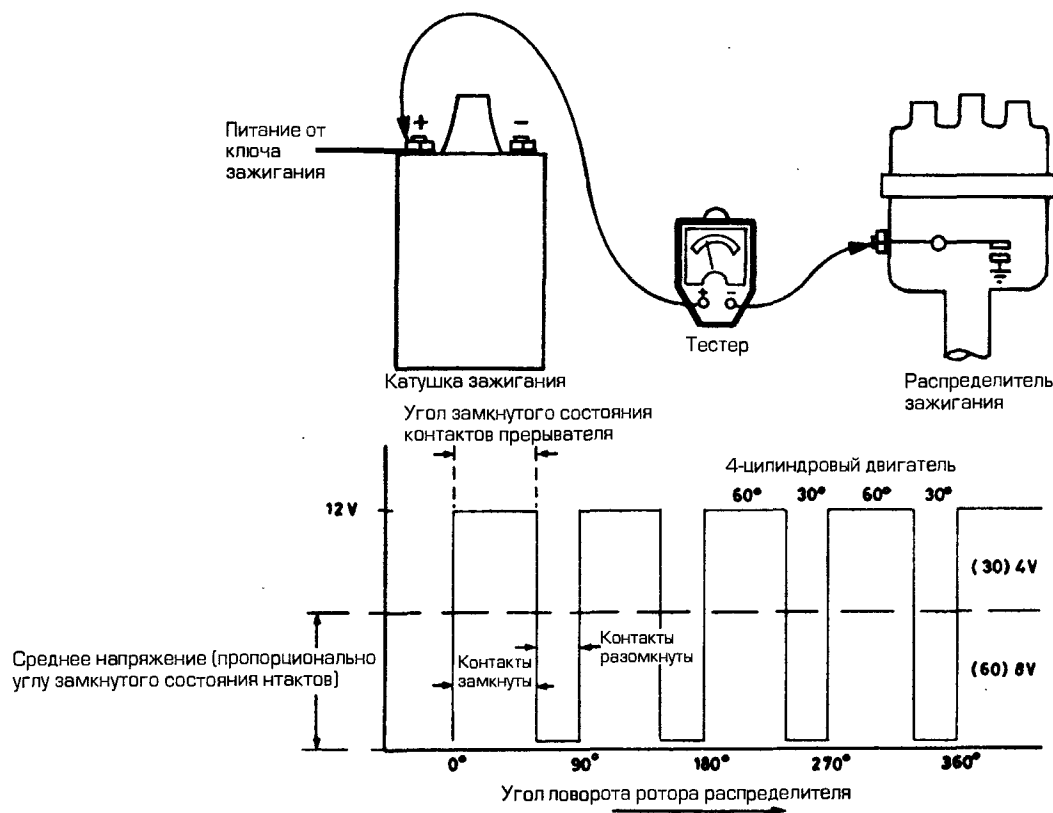


Рис. 13.27. Определение замкнутого состояния контактов прерывателя на основе измерения среднего напряжения

сопротивление и определять состояние контактов. Метод, применяемый для определения угла замкнутого состояния контактов прерывателя, требует подключения тестера только к клемме прерывателя и массе. Для определения угла замкнутого состояния контактов не требуется отключать систему зажигания двигателя, поэтому двигатель во время проведения измерения работает. Для того, чтобы провести измерение импульсов напряжения необходимо убрать всплески напряжения и привести их к импульсам прямоугольной формы. Схематично этот процесс изображен на рис. 13.29.

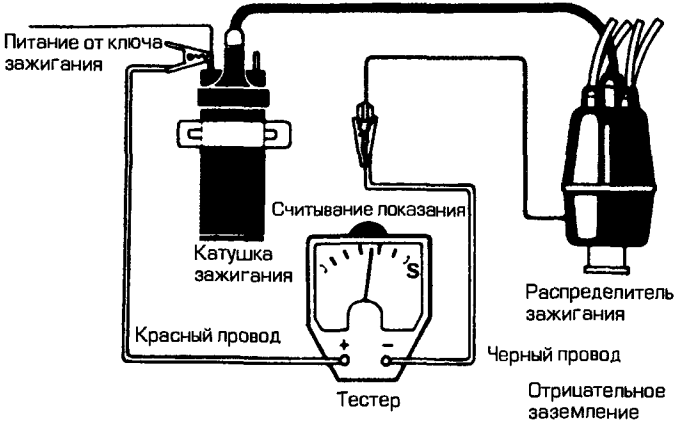
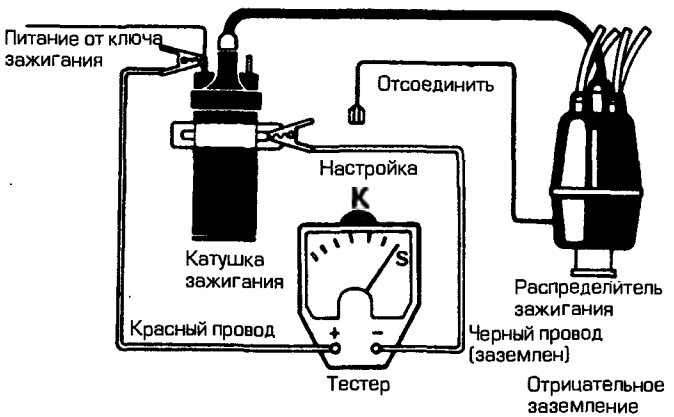
8 Для преобразования входного сигнала в импульс, имеющий постоянную амплитуду, применяется стабилизатор. Стабилизатор открывается при определенном напряжении и обеспечивает его постоянство.

9 Этот тестер предназначен для измерения угла замкнутого состояния контактов только для автомобилей, имеющих систему зажигания с механическим прерывателем. Для двигателей с электронным зажиганием он не подходит.

Стробоскопы

10 Стробоскопы применяются для установки угла опережения зажигания и представляют собой малоинерционную лампу, включаемую одновременно со вспышкой в свече зажигания. Для установки момента зажигания необходимо завести двигатель и направить лампу на установочную метку на шкиве коленчатого вала или маховике. При работе двигателя метка будет казаться неподвижной. Для регулировки угла опережения необходимо поворачивать корпус распределителя до тех пор, пока установочная метка не совпадет с меткой, выбитой на корпусе двигателя.

11 Один из типов стробоскопов представлен на рис. 13.30. Провод свечи зажигания цилиндра №1 подключается к управляющей сетке ксеноновой или неоновой лампы при помощи специального провода. Главные электроды лампы подключаются к линии высокого напряжения через конденсатор. Когда на сетку поступает напряжение от высоковольтного свечного провода, лампа открывается и горит за счет разряда конденсатора. Вспышка длится в течение нескольких микросекунд. Ксеноновые лампы дают вспышку белого цвета, более интенсивного, чем красноватый цвет неоновой лампы, но имеют более высокую стоимость.



А Подключение тестера
В Определение угла замкнутого состояния контактов прерывателя

Рис. 13.28. Применение тестера Sperktune

12 В инструкциях по эксплуатации многих автомобилей указаны значения углов опережения зажигания не только для постоянной скорости, но и при разгоне двигателя. Таким образом, необходимо одновременно с углом опережения измерять и частоту вращения

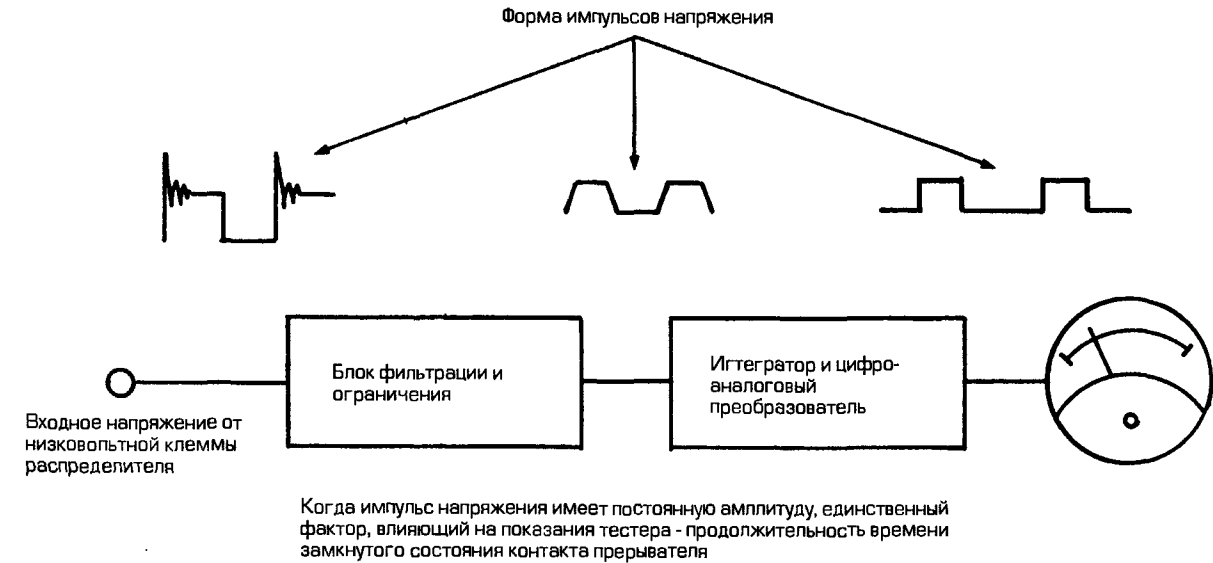


Рис. 13.29. Тестер для определения угла замкнутого состояния контактов прерывателя

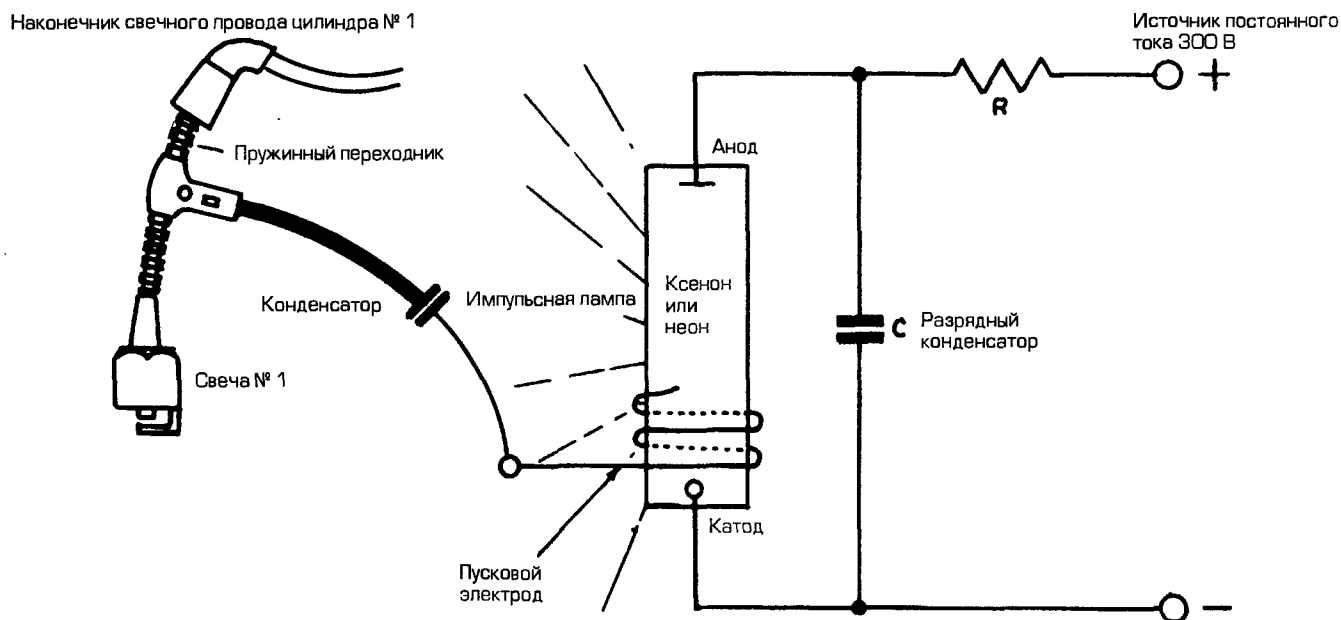


Рис. 13.30. Работа типичного стробоскопа

двигателя. На рис. 13.31 показан оригинальный тахостробоскоп Gunson Tachostrobe, способный измерять одновременно угол опережения и частоту вращения двигателя. В прибор встроен колеблющийся провод переменной длины, частота которого регулируется ручным маховичком.

13 Этот стробоскоп выполнен в форме пистолета, сбоку которого имеется призма, улавливающая свет от лампы стробоскопа, а также тень от вибрирующего провода. Для измерения частоты вращения двигателя оператору надо вращать маховичок прибора пока тень вибрирующего провода не будет казаться остановленной. Скорость двигателя можно прочесть на шкале прибора. Когда в свече первого цилиндра проскакивает искра, колесо со штифтом вращается, до тех пор, пока вибрирующий провод не синхронизируется. Колесо со штифтом имеет шкалу, отградуированную в оборотах в минуту.

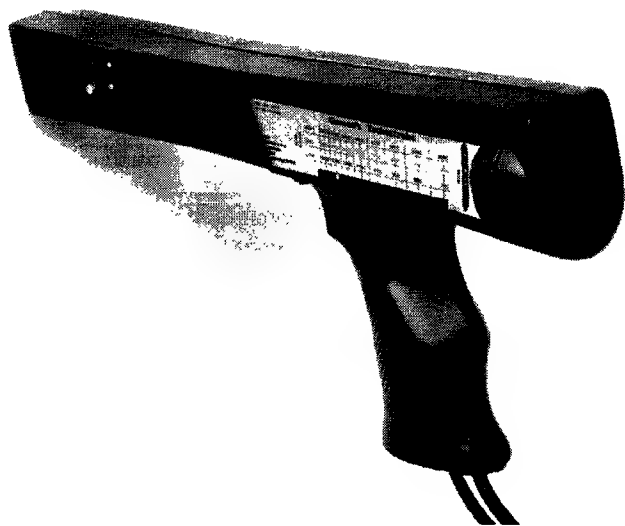


Рис. 13.31. Тахостробоскоп Gunson

ПРОЯВЛЯЙТЕ ОСОБУЮ ОСТОРОЖНОСТЬ ПРИ РАБОТЕ СО СТРОБОСКОПОМ НА РАБОТАЮЩЕМ ДВИГАТЕЛЕ. Видимое впечатление, что вентилятор неподвижен привело ко многим несчастным случаям.

11 Дополнительная электропроводка автомобиля

Мультиплексное подключение

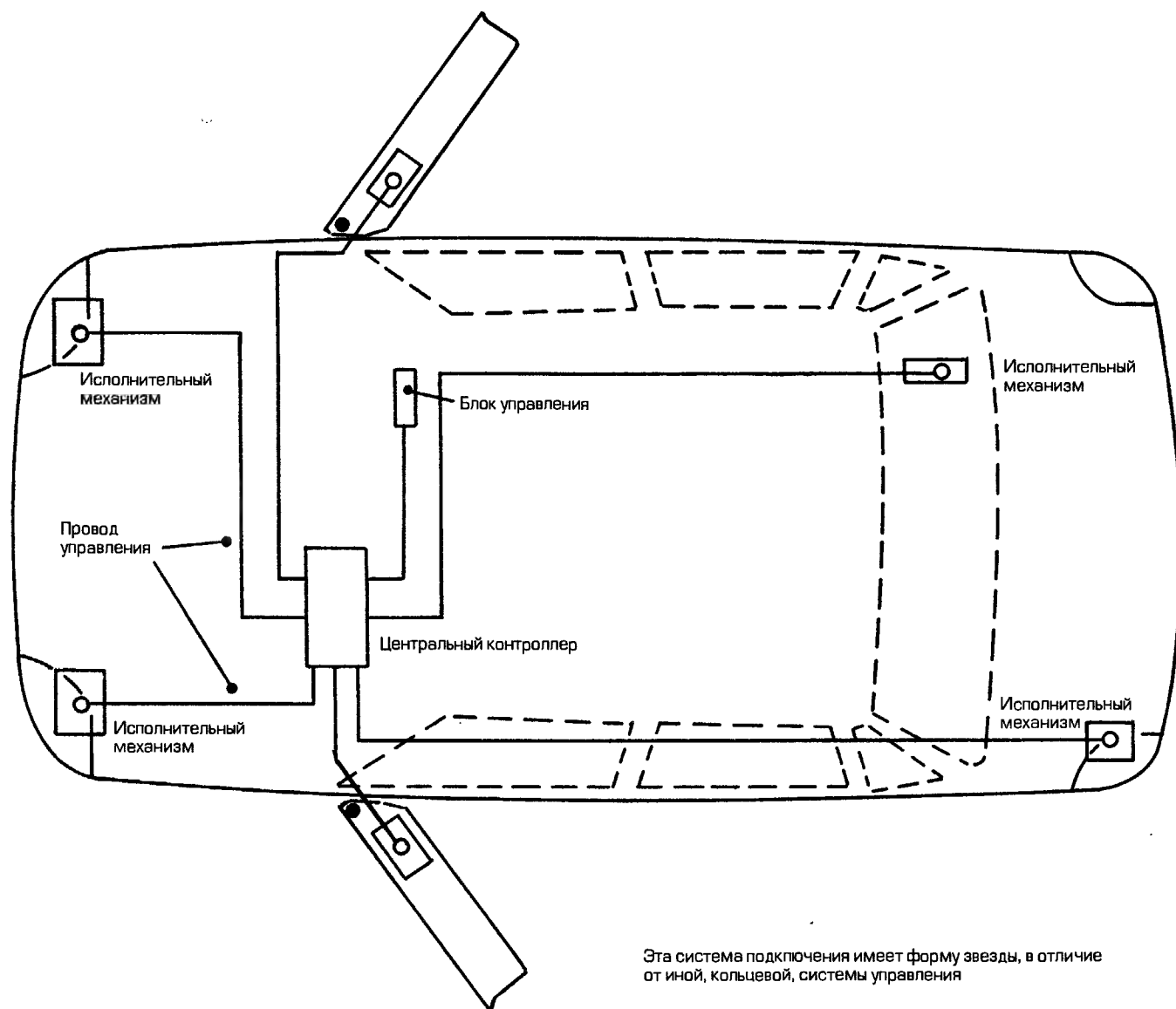
1 Поскольку электропроводка автомобилей становится все более сложной многие производители ограничивают количество проводов и кабелей. Одним из решений является применение общего кабеля для питания электрооборудования какой-либо зоны автомобиля. Поскольку управляющие реле имеют тонкие провода, такое решение приводит к уменьшению количества кабелей.

2 Другое направление заключается в мультиплексировании систем управления на основе концепций, широко используемых в промышленных коммуникациях. Основной принцип таких систем - временное разделение, при котором различные блоки управления посылают сигналы по очереди.

Кабели питания подводятся к нескольким точкам на автомобиле. Их расположение напоминает звезду, лучи которой исходят из центрального контроллера или кольцевой системы управления (см. рис. 13.32). В любом блоке управления имеется один провод для управления, следующий за энергетическим кабелем. Энергетический кабель и провод управления называются соответственно энергетической шиной и шиной данных.

3 При включении какого-либо прибора центральный контроллер посылает кодированный сигнал, который опознается только тем устройством, для которого предназначен этот сигнал. Каждый исполнительный механизм (например, фары, обогратель заднего стекла, система зажигания и т.п.) снабжен декодером сигналов управления.

4 Для оборудования, потребляющего более 6 А в качестве коммутационного устройства выступает реле. Для менее мощных



Эта система подключения имеет форму звезды, в отличие от иной, кольцевой, системы управления

Рис. 13.32. Мультиплексная система электропроводки автомобиля

потребителей используется схема на полевом транзисторе (см. главу 1).

Схемы на полевом транзисторе представляют собой мощные коммутационные устройства, имеющие встроенную защиту от перегрузок и высоких температур.

Шина данных работает при токе порядка 10 мА для минимизации потерь в цепях и соединениях.

Сигналы данных состоят из двух составляющих: индекса для конкретного внешнего устройства и команды на выполнение той или иной операции.

Одним из недостатков этой системы является чувствительность к помехам от других источников. Для устранения этого недостатка выбирается достаточно высокий уровень сигнала от шины данных и относительно низкая скорость передачи данных.

Для повышения качества системы может использоваться передача данных по оптическим волокнам, не подверженным электромагнитной интерференции.

Дистанционная коммутация

5 Этот принцип коммутации является аналогичным мультиплексной коммутации.

Кабели для передачи энергии потребителям автомобиля объединены в кольцевую линию. Каждый потребитель управляется коммутационными устройствами, расположенными рядом с ними, а не на панели приборов, что устраняет потребность в прокладке кабелей к панели приборов. Такая система является продолжением развития релейной технологии управления.

Главное различие между мультиплексной системой и системой дистанционной коммутации заключается в том, что в мультиплексной системе используется один провод шины данных для группы потребителей, а при дистанционной коммутации каждый потребитель имеет независимый провод управления.

Глава 14 Дополнительные электрические системы

Содержание

Антиблокировочные тормозные системы	1	Радиолокационный контроль дороги	6
Система управления тяговым усилием	2	Устройства предупредительной сигнализации	7
Защита автомобиля	3	Воздушный мешок и натяжное устройство ремня безопасности	8
Управление скоростью автомобиля	4	Электрические стеклоподъемники	9
Система контроля давления в шинах	5	Центральная блокировка дверей	10

1 Антиблокировочные тормозные системы

1 В критических ситуациях водитель нажимает на педаль тормоза с максимальным усилием. При этом колеса автомобиля полностью блокируются и автомобиль тормозит юзом.

2 При торможении юзом боковая реакция дороги на колеса автомобиля полностью отсутствует, что приводит к заносу автомобиля и полной неуправляемости. При движении на повороте во время торможения вероятность несчастного случая еще более возрастает.

Кроме того, тормозной путь при этом становится больше, чем при торможении, когда колеса не проскальзывают относительно дороги.

Еще одно соображение касается автопоездов: при возникновении заноса тягач и прицеп начинают складываться друг относительно друга. Результаты такого складывания могут быть просто катастрофическими.

3 Антиблокировочная тормозная система (АБС) предотвращает скольжение колес за счет регулировки давления в тормозных цилиндрах. Это дает следующие преимущества:

- Обеспечивается торможение с максимальным замедлением
- В процессе торможения не происходит заноса и автомобиль остается управляемым
- Не происходит складывания автопоезда

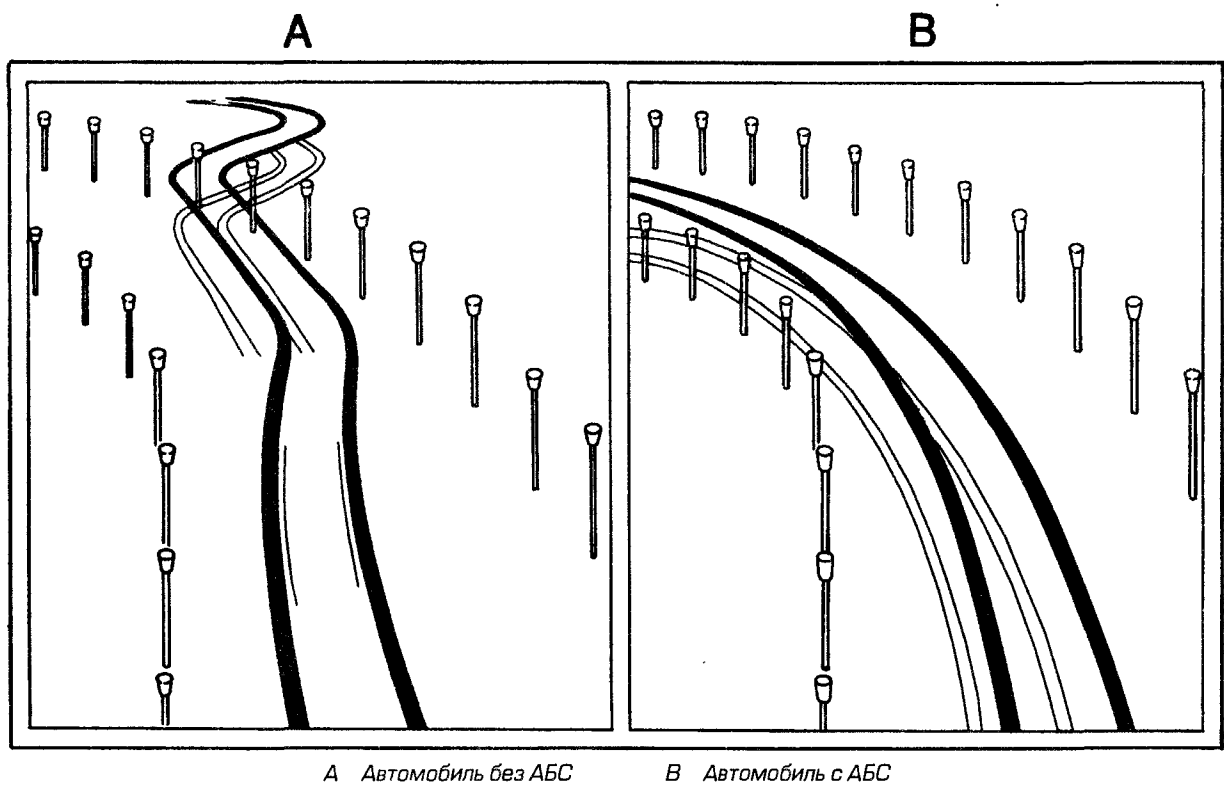


Рис. 14.1. Достоинства антиблокировочной тормозной системы

На рис. 14.1 представлено отличие торможения автомобиля без АБС и оборудованного такой системой. Торможение этих автомобилей производилось в идентичных условиях.

Принцип действия антиблокировочной тормозной системы

4 Скорость вращения колес измеряется датчиками, состоящими из зубчатого колеса и индуктивного преобразователя. Импульсы с датчиков каждого колеса попадают в блок электронного управления, который сравнивает угловые скорости колес.

Если в процессе торможения одно колесо начнет частично блокироваться, сигналы от датчиков будут отличаться друг от друга.

В блоке электронного управления будет сформирован сигнал для уменьшения тормозного усилия для блокируемого колеса.

Когда колесо перестает проскальзывать, его угловая скорость совпадает с угловой скоростью других колес и тормозное усилие на него снова возрастает. Таким образом, во время торможения происходит непрерывная корректировка тормозных усилий колес так, что они не проскальзывают.

На рис. 14.2 представлена графическая интерпретация этого процесса. В начале торможения (1) датчик угловой скорости показывает быстрое замедление колеса. Блок электронного управления ограничивает давление в тормозной системе. Если угловая скорость колеса продолжает уменьшаться, давление в тормозном цилиндре уменьшается (2). Когда угловая скорость колеса увеличится до некоторого предела, давление в тормозном цилиндре вновь возрастает (3).

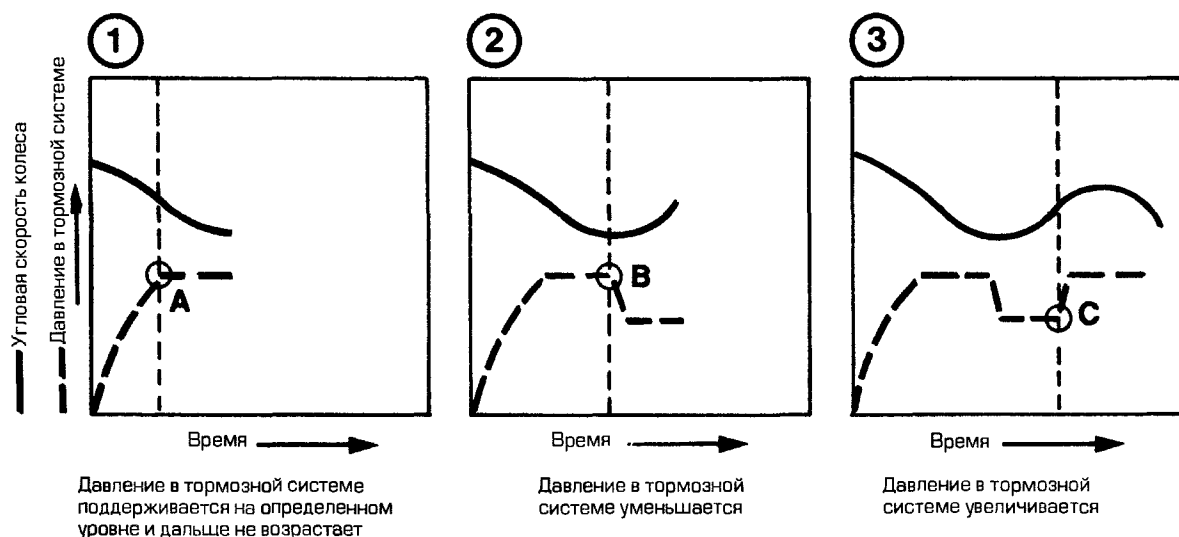


Рис. 14.2. Угловая скорость колес и давление в тормозной системе при работе АБС

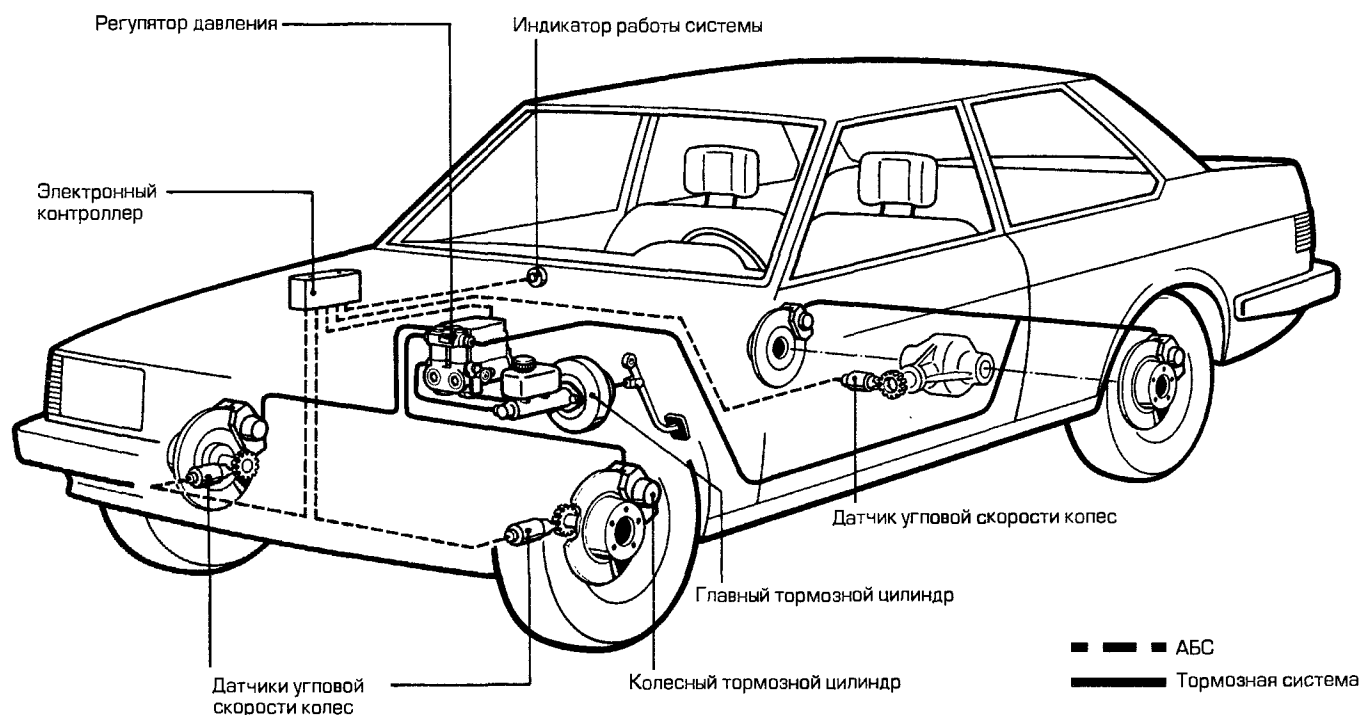


Рис. 14.3. Компонентная антиблокировочной тормозной системы на автомобиле

Этот цикл повторяется с частотой от 4 до 10 операций в секунду и в результате каждое колесо тормозится с наибольшим усилием, обеспечивающем качение колеса без проскальзывания.

О работе антиблокировочной системы сигнализирует лампа на панели приборов.

Компоненты антиблокировочной системы торможения

На рис. 14.3 представлена схема АБС для автомобиля с задними ведущими колесами с отдельными контурами для переднего и заднего мостов. Датчики угловых скоростей колес установлены на передних колесах и дифференциале. На некоторых автомобилях датчики могут быть установлены на каждом колесе.

На рис. 14.4 показан внешний вид зубчатого колеса и датчика угловой скорости.

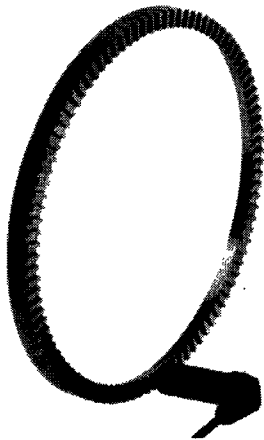


Рис. 14.4. Зубчатое колесо и индуктивный датчик для измерения угловой скорости колеса

Электронное управляющее устройство собрано на базе интегральных микросхем с применением цифровой технологии. Он состоит из четырех блоков и собран из семи микросхем:

- (1) Входной усилитель для формирования и усиления сигналов датчика скорости колеса
- (2) Блок вычислений для выполнения логических операций для сравнения угловых скоростей колес, определения пробуксовки колес, их замедления и для формирования команд исполнительному механизму
- (3) Блок управления, состоящий из усилителя мощности для привода электромагнитных клапанов в регуляторе давления
- (4) Блок контроля исправности антиблокировочной тормозной системы. При возникновении неисправности этот блок отключает антиблокировочную систему. При этом основная тормозная система (без регулировки) остается в рабочем состоянии.

Еще одной функцией блока управления является самопроверка исправности системы при скорости, большей 6 км/ч. Если после выполнения проверки неисправностей не обнаружено, то лампа индикатора неисправности антиблокировочной тормозной системы остается выключенной.

Таким образом:

Сигналы от датчиков угловых скоростей колес поступают в блок электронного управления, который вычисляет допустимый коэффициент пробуксовки колес при торможении. Давление в тормозных цилиндрах регулируется электромагнитными клапанами, управляемыми блоком электронного управления. В блоке управления имеется модуль проверки исправности системы (см. рис. 14.5).

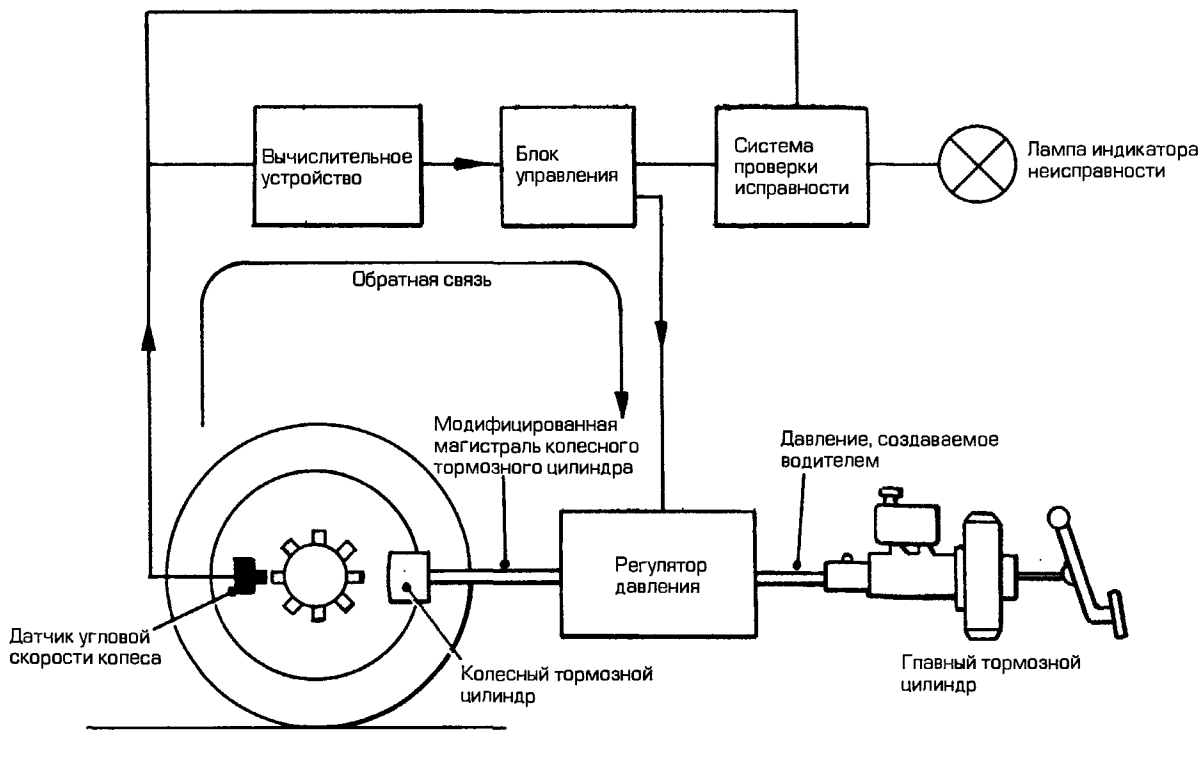


Рис. 14.5. Антиблокировочная тормозная система с обратной связью

В начале движения автомобиля происходит контроль исправности антиблокировочной тормозной системы. Во время движения осуществляется непрерывный контроль исправности системы. При возникновении неисправности антиблокировочная система торможения отключается, а для торможения используется только основная тормозная система автомобиля.

Гидравлический регулятор давления представляет собой устройство, получающее сигналы от блока электронного управления, на основе которых осуществляется изменение давления в колесных тормозных цилиндрах.

Давление в тормозных цилиндрах колес регулируется электромагнитными клапанами. Для уменьшения давления избыток тормозной жидкости перепускается на слив. Для увеличения давления подключается магистраль от насоса подкачки тормозной жидкости.

2 Системы управления тяговым усилием

1 Если тяговое усилие на ведущих колесах от крутящего момента превысит силу сцепления, произойдет пробуксовка колес. Это явление аналогично проскальзыванию колес при торможении. Можно считать, что при торможении колесо подвергается отрицательному проскальзыванию, а при ускорении - положительному (см. рис. 14.6). Система управления тяговым усилием ограничивает крутящий момент двигателя независимо от положения педали управления подачей топлива.

2 Системы управления тяговым усилием устанавливаются на автомобилях с 1987 г. Они предназначены для предотвращения

пробуксовки ведущих колес при ускорении автомобиля и, соответственно, для предотвращения угрозы заноса автомобиля при разгоне. Поскольку антиблокировочная система торможения и система управления тяговым усилием имеют между собой много общего, некоторые компоненты используются в обеих системах.

Использование дроссельной заслонки и тормозов в системе управления тяговым усилием

3 Это является одним из двух способов использования блока электронного управления антиблокировочной тормозной системы в качестве элемента системы управления тяговым усилием.

Механическая связь между педалью управления подачей топлива и дроссельной заслонкой заменяется электронной. При этом педаль управления подачей топлива воздействует на потенциометр, который посылает сигнал о положении педали в блок электронного управления.

Датчики угловых скоростей колес позволяют обнаружить пробуксовку ведущих колес. При возникновении пробуксовки блок электронного управления посылает сигнал для закрытия дроссельной заслонки.

В том случае, если пробуксовка начинается только у одного колеса, оно притормаживается антиблокировочной системой торможения и, одновременно, прикрывается дроссельная заслонка.

Эффективным является применение блокируемого дифференциала и, при необходимости, притормаживание обоих ведущих колес.

Этот способ требует наличия дополнительной гидравлической системы, кроме АБС.

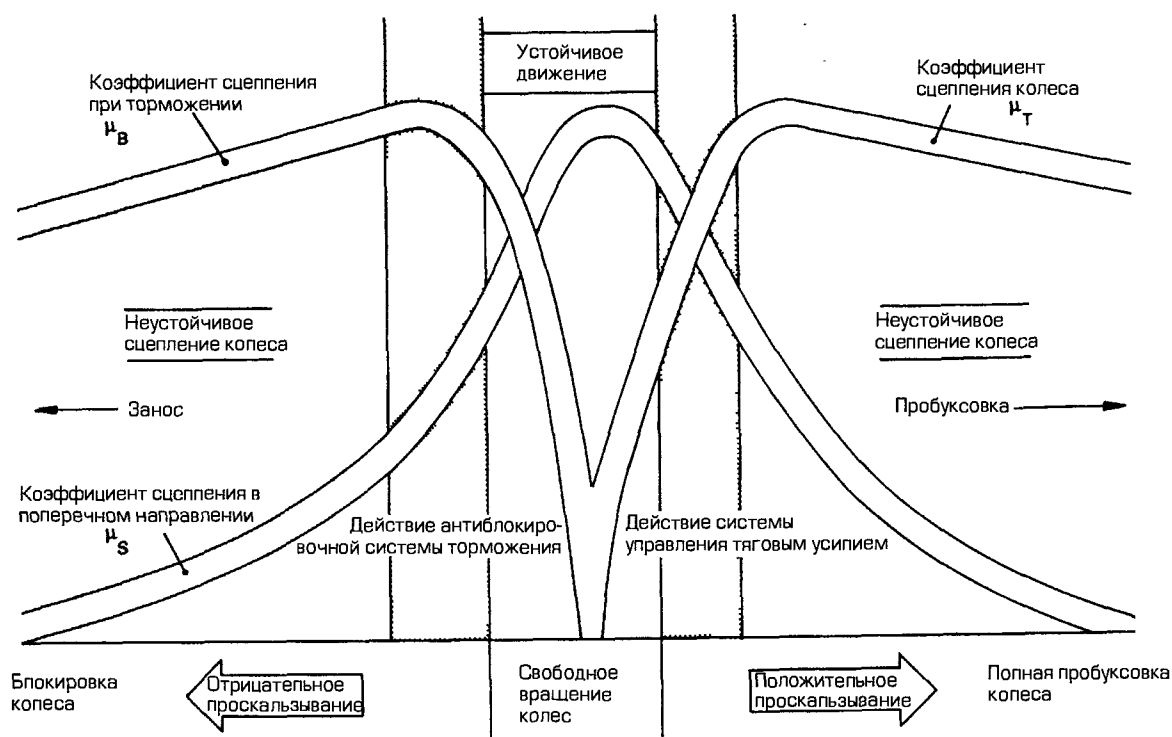


Рис. 14.6. Соотношение между проскальзыванием и пробуксовкой колеса

Использование дроссельной заслонки/системы зажигания/системы впрыска топлива системой управления тяговым усилием

4 Этот способ управления не использует тормоза и не требует модификации антиблокировочной тормозной системы.

Для повышения быстродействия системы при резком ускорении не только прикрывается дроссельная заслонка, но и уменьшается угол опережения зажигания и количество впрыскиваемого топлива. Эти меры способствуют увеличению устойчивости движения автомобиля.

Вместе с этой системой может использоваться устройство блокировки дифференциала, что также увеличивает устойчивость автомобиля при ускорении.

Подобная система управления тяговым усилием используется на автомобилях с задними ведущими колесами.

На рис. 14.7 представлена блок-схема системы управления тяговым усилием.

3 Защита автомобиля

1 Ежедневно в Великобритании угоняется или взламывается до 6000 автомобилей. В связи с этим на новых автомобилях получают все большее распространение системы охранной сигнализации. Эти системы непрерывно совершенствуются для успешного противостояния профессиональным угонщикам автомобилей.

2 Системы охранной сигнализации могут быть как самыми простыми, защищающими лишь двери и крышку багажника, так и самыми современными. Вы сможете сами решить, какую сигнализацию Вам приобрести в зависимости от того, сколько Вы можете потратить на нее денег. Ниже будут рассмотрены элементы комплексной системы охранной сигнализации [эти элементы могут быть установлены на Вашем автомобиле в любом сочетании].

3 Общим элементом всех охранных систем является сирена, включаемая при срабатывании большего или меньшего числа

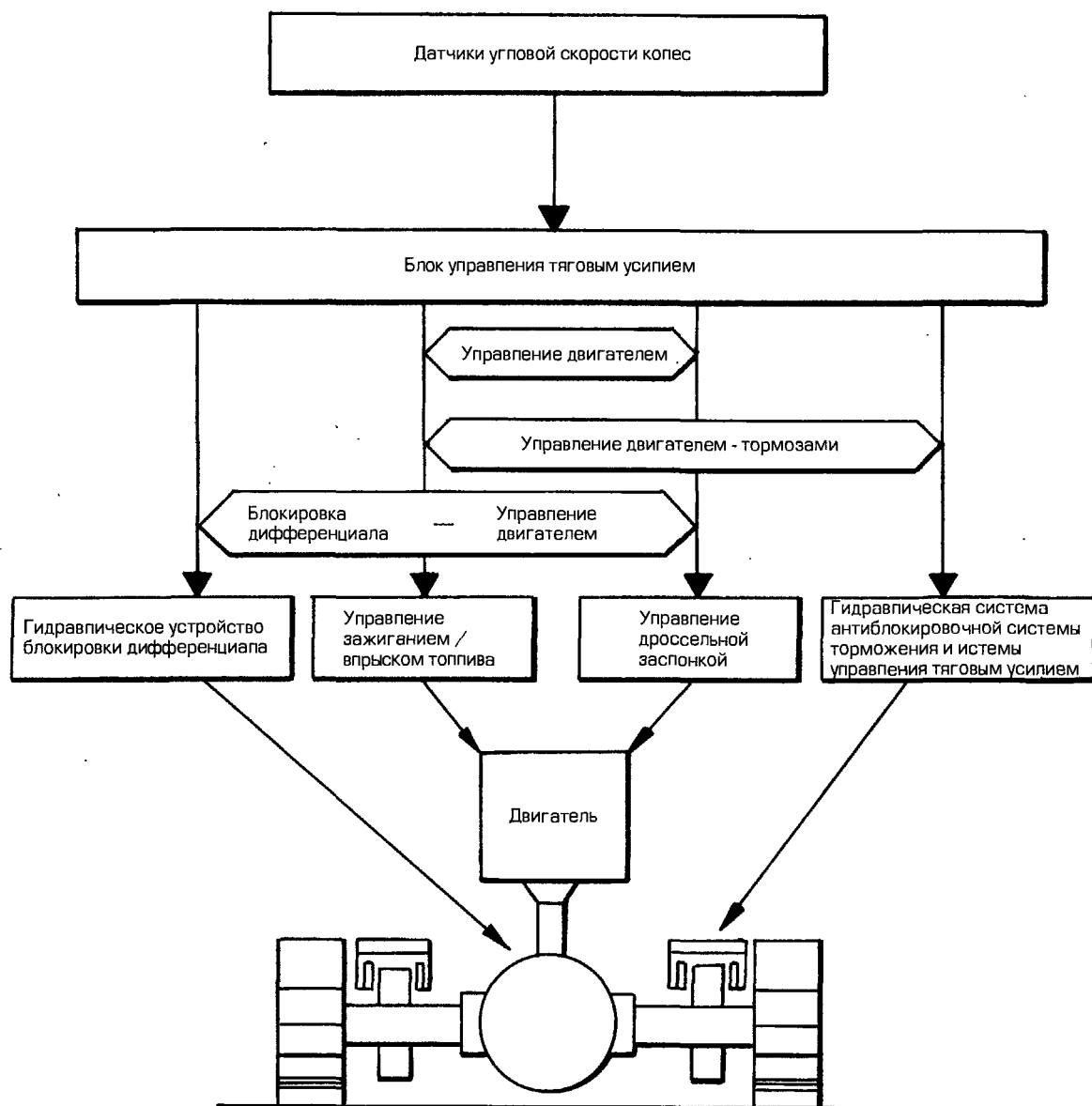


Рис. 14.7. Блок-схема системы управления тяговым усилием

установленных датчиков. Сила звука у сирены составляет около 120 дБ. Сирена управляется специально разработанным микропроцессором повышенной надежности.

В этой книге описаны системы сигнализации только одной фирмы-производителя - Moss Security. Системы охранной сигнализации других фирм имеют незначительные конструктивные отличия, но принцип их действия остается тем же самым.

Двери автомобиля

4 Почти половина краж автомобилей происходит через двери. К сожалению, надежность дверных замков оставляет желать лучшего, хотя в последнее время производители автомобилей занялись повышением надежности дверных замков.

Сигнализация открытия дверей базируется на контактных выключателях подсветки салона. Если на Вашем автомобиле установлены такие выключатели, достаточно подключить питание сигнализации к этим выключателям.

При открывании дверей включение ламп подсветки салона вызовет падение напряжения, достаточное для срабатывания сигнализации (см. рис. 14.8).

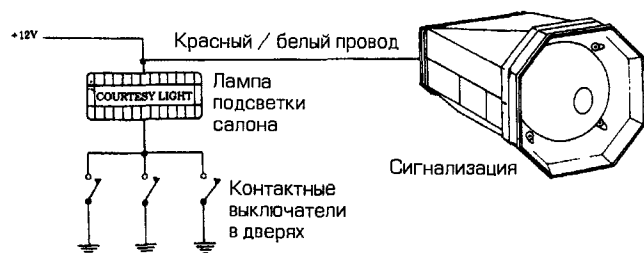


Рис. 14.8. Срабатывания сигнализации от падения напряжения при открывании дверей

Защита от взлома

5 На дверях, капоте и крышке багажника могут быть установлены датчики, реагирующие только на взлом этих элементов. Повышенное усилие при открывании защищаемых компонентов вызывает срабатывание датчиков ударных ускорений. Эти датчики входят в состав комплексной системы охранной сигнализации и микропроцессор может быть отрегулирован на различную чувствительность.

Более ранние модели датчиков ускорений были основаны на принципе маятника. В настоящее время эти датчики собраны на основе пьезокристалла и двух грузов, расположенных около двух плоскостей пьезокристалла. При ударе эти грузы воздействуют на пьезокристалл, что вызывает срабатывание сигнализации.

Обычно используются пьезокристаллы на основе кварца и титаната бария. Особенность пьезокристалла заключается в том, что если к его противоположным граням приложить усилие, в нем возникает разность потенциалов.

Кварцевые пьезокристаллы в основном используются для изготовления генераторов и эхолотов, а бариевые - для датчиков ускорений.

Датчик крена

6 Датчики этого типа срабатывают при попытке поддомкративания автомобиля, например, для снятия колес автомобиля (см. рис. 14.9).

Этот датчик выполнен в форме шарика, расположенного в камере. Первоначальное положение автомобиля принимается в качестве

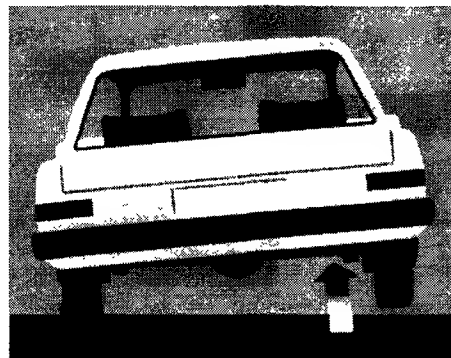


Рис. 14.9. Датчик крена срабатывает при попытке снятия колеса

стандарта и любое отклонение от него вызывает срабатывание сигнализации.

Отключение двигателя

7 Эта мера используется для отключения системы зажигания двигателя при несанкционированном запуске двигателя. На более ранних моделях система зажигания автоматически подключалась после отключения сигнализации, но на более поздних моделях дополнительно разрывается питание соленоида стартера и отключается питание топливного насоса.

Защита питания сигнализации

8 Обычно воры стараются отключить сигнализацию отключением аккумулятора (см. рис. 14.10). Для предотвращения этого в систему сигнализации входит никель-кадмиевый аккумулятор, расположенный в стальном защитном корпусе. Этот аккумулятор обеспечивает работу сирены в течение 25 минут и автоматически подзаряжается от электросети автомобиля.

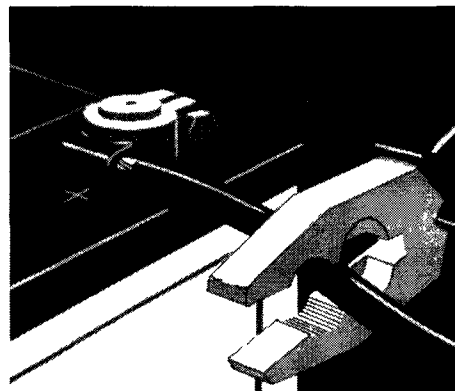


Рис. 14.10. Некоторые системы сигнализации снабжены собственным аккумулятором для обеспечения бесперебойного питания сирены

Ультразвуковое сканирование салона

9 В качестве дополнительной защиты в салоне автомобиля может быть установлен ультразвуковой генератор. При его включении ультразвуковые волны отражаются от всех поверхностей салона и образуют стоячие волны. При попадании внутрь салона любых предметов или людей параметры стоячих волн изменяются, что вызывает срабатывание сигнализации.

В новых моделях сигнализаций вместо ультразвуковых применяют электромагнитные волны длиной от нескольких миллиметров до

дециметров. Преимущества этой системы заключаются в том, что они могут работать в автомобилях с мягким верхом или без верха вообще, а также при открытых окнах.

Некоторые модели охранной сигнализации имеют панель с мигающими светодиодами (см. рис. 14.11). Это служит предупреждением потенциальным взломщикам, что на автомобиле включена сигнализация.

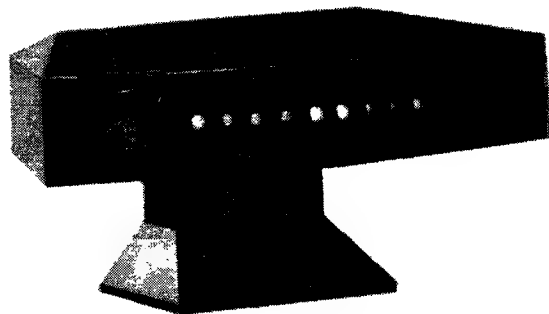


Рис. 14.11. Ультразвуковой генератор и приемник со светодиодами

Устройство для остановки вентилятора охлаждения двигателя

10 На некоторых автомобилях установлены вентиляторы охлаждения радиатора, которые не останавливаются после выключения зажигания. В этом случае микропроцессор размыкает цепь питания вентилятора после выключения зажигания.

Кнопка тревоги

11 Некоторые системы сигнализации снабжены специальной кнопкой, устанавливаемой внутри салона автомобиля. При нажатии на эту кнопку включается сирена, что привлечет внимание окружающих и отпугнет нападающего. Возможно и дистанционное управление этой кнопкой, если владелец находится вне автомобиля.

Управление стеклоподъемниками

12 Если автомобиль оборудован электрическими стеклоподъемниками, возможно подключение к ним системы охранной сигнализации. В этом случае после включения сигнализации все окна автоматически закрываются.

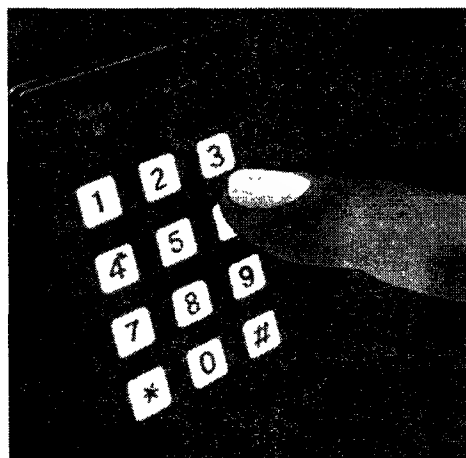


Рис. 14.12. Клавиатура для набора кода при включении / выключении сигнализации

Дополнительная защита

13 У Вас имеется возможность подключения ценных приборов, например, стереофонической автомагнитолы, к блоку управления сигнализацией. В этом случае при попытке отсоединить эту аппаратуру включится сирена.

Включение и выключение охранной сигнализации

14 Некоторые системы включаются специальной командой, набранной на клавиатуре (см. рис. 14.12). Эта система позволяет выйти водителю из автомобиля в течение 60 секунд после включения и войти в течение 10 секунд. В противном случае включится сирена.

Еще один способ включения системы сигнализации - дистанционный выключатель / выключатель. Он состоит из передатчика кодированного сигнала, имеющего дальность действия до 8 м и приемника с короткой антенной, расположенного внутри салона. Дальность действия этой системы может быть увеличена до 50 м в зависимости от места установки приемника (см. рис. 14.13).

Передатчики системы дистанционного включения сигнализации работают в диапазоне волн от 173 до 418 МГц.



Рис. 14.13. Передатчик дистанционного включения / выключения сигнализации

Срабатывание сигнализации

15 При срабатывании сигнализации включается сирена, мигающие огни, а также происходит отключение всех систем управления двигателем сроком на 60 секунд. После этого через 5 секунд система охранной сигнализации вновь активизируется.

4 Управление скоростью автомобиля

1 При поездках на большие расстояния очень утомительно поддерживать скорость движения на постоянном уровне. Поэтому в США, а позднее - в Европе стали популярными системы поддержания постоянной скорости автомобиля.

Система управления получает сигнал от положения педали управления подачей топлива и поддерживает заданную скорость вне зависимости от погодных и дорожных условий. Система имеет обратную связь, в которой производится сравнение заданной и действительной скоростей движения (см. рис. 14.14).

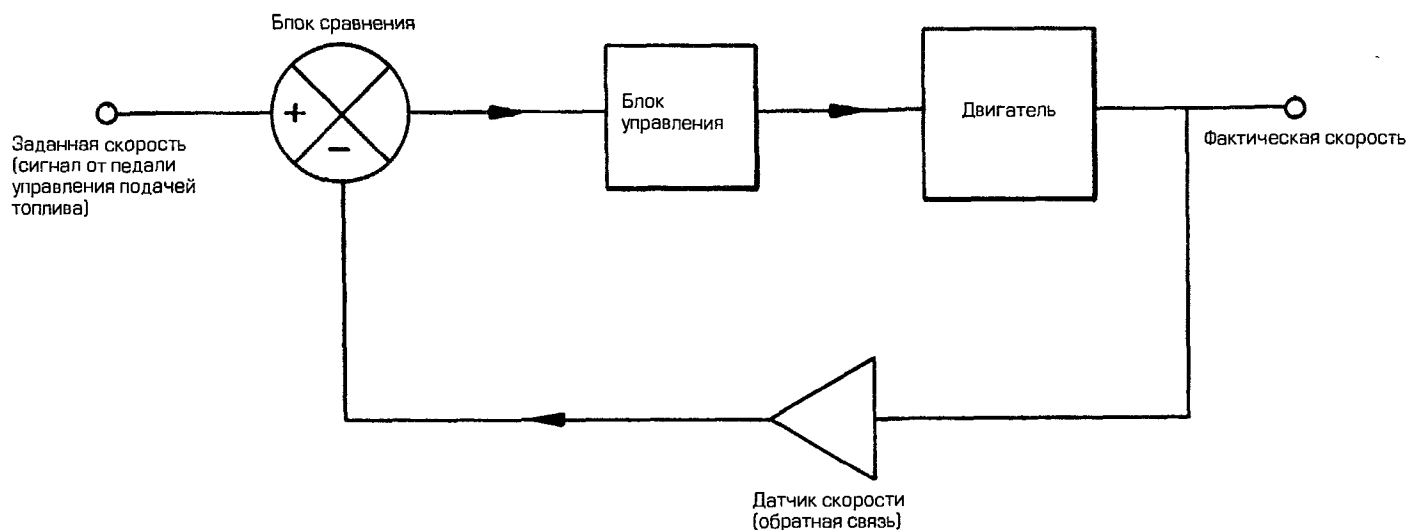


Рис. 14.14. Система управления скоростью движения

Когда блок сравнения обнаруживает различие между фактической и заданной скоростью движения, он формирует сигнал для открытия или закрытия дроссельной заслонки. Нестабильность скорости движения автомобиля уменьшается за счет включения специального блока задержки сигналов.

2 Установленный на педали тормоза выключатель гарантирует мгновенное отключение системы. На некоторых моделях установлен выключатель и на педали сцепления во избежание перегазовки двигателя при переключении передач.

Переключатель системы управления скоростью движения обычно устанавливается на стержне (см. рис. 14.15). Он имеет переключатель требуемой скорости движения, кнопки включения и выключения системы, а также кнопки возобновления контроля скорости и деактивации системы.

Автомобиль разгоняется водителем до заданной скорости при нажатой кнопке "SET". После отпускания кнопки начинает работать система поддержания заданной скорости, которую можно, как правило, изменить только вверх в пределах 50 км/ч. Если в процессе движения водитель нажал не педаль тормоза или сцепления, возобновление управления постоянной скоростью производится нажатием кнопки "RESUME" на переключателе.

3 В системе установлен цифровой блок управления, хотя бывают системы и с аналоговым управлением. Установка желаемой

скорости движения заносится в память процессора и сигнал от датчика скорости сравнивается с этим значением. В блоке управления производится расчет рассогласования скоростей и (при необходимости) формирование сигнала для управления дроссельной заслонкой.

4 Исполнительный механизм - электропневматического типа. Сигнал от блока управления поступает на электромагнитный

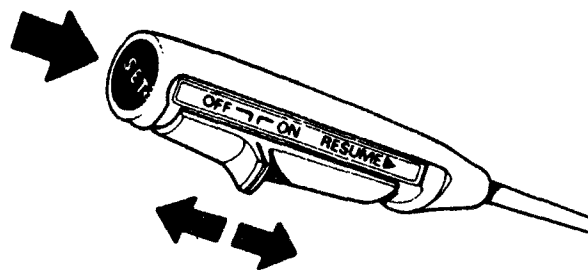


Рис. 14.15. Переключатель системы поддержания постоянной скорости

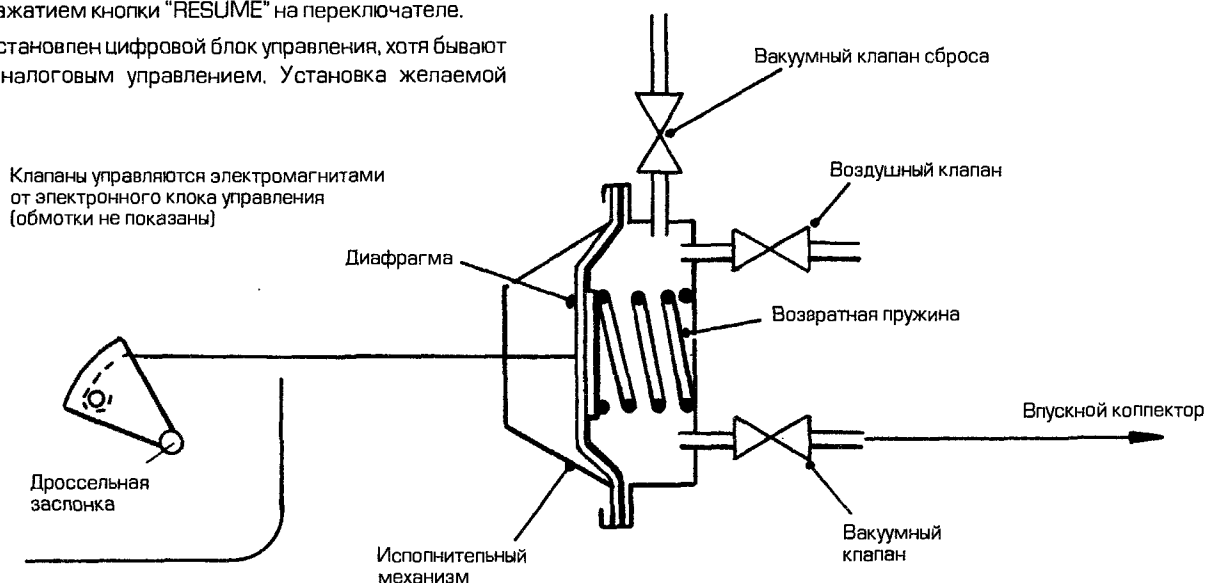


Рис. 14.16. Исполнительный механизм системы управления скоростью движения

клапан, который открывает или закрывает впускной коллектор. При открытии клапана вакуум из впускного коллектора воздействует на диафрагму, которая изменяет угол открытия дроссельной заслонки (см. рис. 14.16).

В более современных моделях используется отдельный вакуумный насос для управления углом положения дроссельной заслонки.

5 Система контроля давления в шинах

1 Система для обнаружения пониженного давления в каждой шине автомобиля была разработана фирмой Bosch.

Каждое колесо снабжено контактным датчиком давления, установленным в диске. Контакты этого датчика замкнуты, если давление в шинах равно или превышает минимально допустимое значение (см. рис. 14.17).

2 Установленный на суппорте тормозов высокочастотный преобразователь контролирует положение контактов датчика при каждом обороте колеса благодаря наличию с ним трансформаторной связи (см. рис. 14.18).

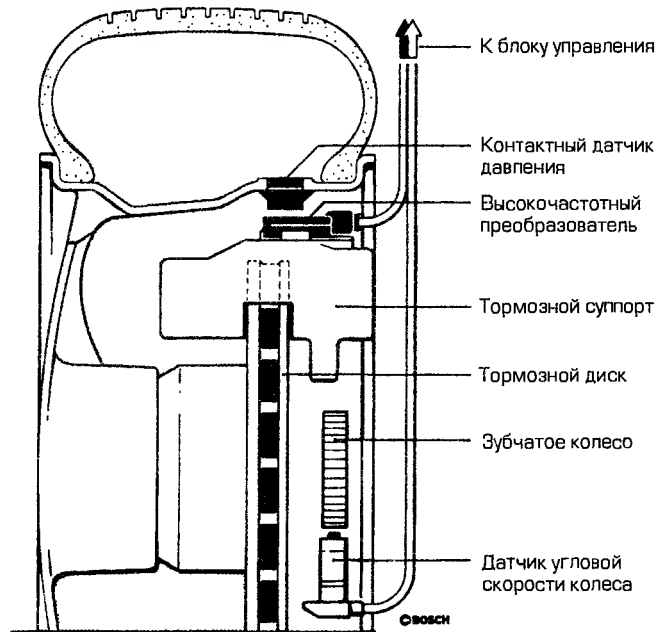


Рис. 14.17. Система контроля давления в шинах (Bosch)

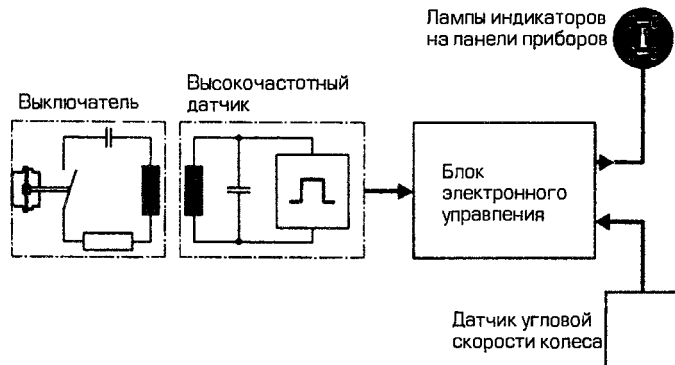


Рис. 14.18. Блок-схема системы контроля давления в шинах

Если контакты выключателя замкнуты, вторичная цепь находится в состоянии короткого замыкания, а при открытых контактах эта цепь размыкается, что вызывает изменение реактивного сопротивления высокочастотного преобразователя. Сигнал от этого преобразователя обрабатывается в блоке электронного управления и на панели приборов загорается лампа индикатора низкого давления в шинах (такие индикаторы имеются для каждой шины).

Система контроля имеет точность ± 50 миллибер.

6 Радиолокационный контроль дороги

1 Исследования по автоматическому обнаружению дорожных препятствий привело к созданию системы радиолокационного контроля, основанной на эффекте Доплера.

Это устройство представляет собой приемопередатчик с частотной модуляцией. При его работе непрерывно испускаются радиоволны. При отражении эти волны возвращаются и улавливаются приемным устройством.

2 Предположим теперь, что автомобиль движется навстречу отраженной волне. В этом случае их частота будет выше, чем частота волн передатчика. Наиболее ярко этот эффект проявляется в том, что при приближении поезда высота звука от него выше, чем при удалении. Это связано с тем, что при приближении скорость звуковых волн складывается со скоростью поезда, а при его удалении - вычитается. Таким образом, принятый сигнал будет зависеть от относительной скорости автомобиля и преграды. В блоке управления эта частота анализируется с учетом скорости автомобиля. После определения расстояния до препятствия и относительной скорости движения автомобиля может быть выдан сигнал на торможение автомобиля. В других случаях, наоборот, может быть выдан сигнал для открытия дроссельной заслонки, если система контроля решит, что желательно поддержание постоянной дистанции между Вашим автомобилем и препятствием.

7 Устройства предупредительной сигнализации

1 Многие устройства предупредительной сигнализации снабжены зуммером, хорошо слышимым внутри салона автомобиля. Зуммеры собраны на основе пьезокристаллов с блокирующими диодами р-п типа. Такие зуммеры работают при напряжении от 6 до 24 В.

В сочетании с выключателями подсветки салона при открытых дверях, такие зуммеры предупреждают о возникновении нескольких возможных ситуаций.

2 На рис. 14.19 приведена цепь, предупреждающая о включенных габаритных огнях. Если водитель откроет дверь, цепь зуммера заземляется. Если при этом включена цепь питания габаритных огней, зуммер будет звучать.

Обратите внимание, что при отсутствии диода ток будет всегда течь через лампу подсветки салона, зуммер и габаритные огни.

3 На рис. 14.20 представлена модифицированная цепь предупреждения включенных фар. Для этой схемы необходим один зуммер и два блокирующих диода.

Другие конструктивные решения, например, предупреждение о включенных указателях поворота, требуют подключения к цепи

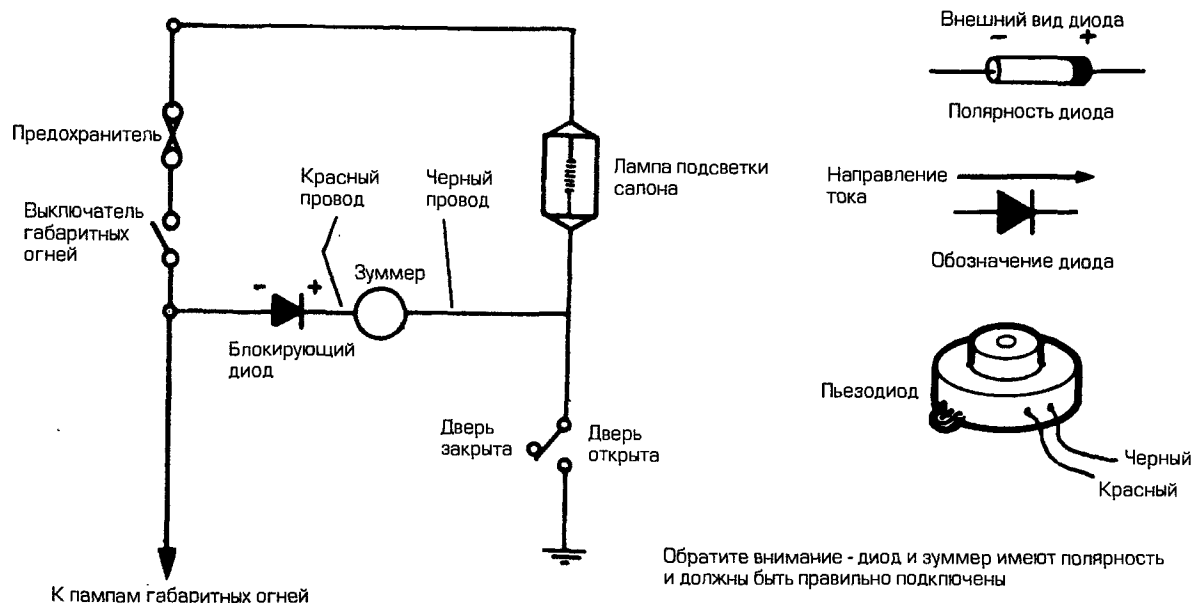


Рис. 14.19. Звуковое предупреждение о включенных габаритных огнях

питания указателей. В этом случае выключатель открытых дверей не включается в цепь.

8 Воздушный мешок и натяжное устройство ремня безопасности

1 При лобовом столкновении резкое замедление автомобиля приводит к повреждениям головы, шеи и груди водителя и переднего пассажира.

Для предотвращения этого используются два способа повышения безопасности, одним из которых является применение надувного воздушного мешка (см. рис. 14.21).

Альтернативная защита для пассажира переднего сидения - применение устройства натяжения ремня безопасности.

2 Воздушный мешок для защиты водителя расположен в рулевом колесе и срабатывает при замедлении, эквивалентном удару в твердое препятствие на скорости свыше 18 км/ч.

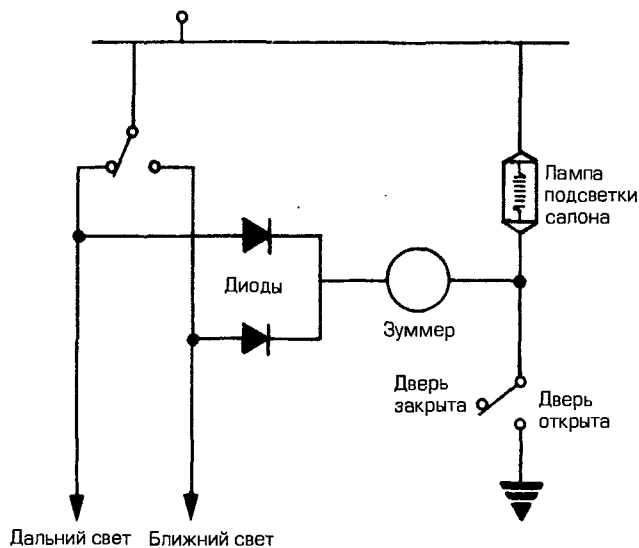


Рис. 14.20. Звуковое предупреждение о включенных фарах

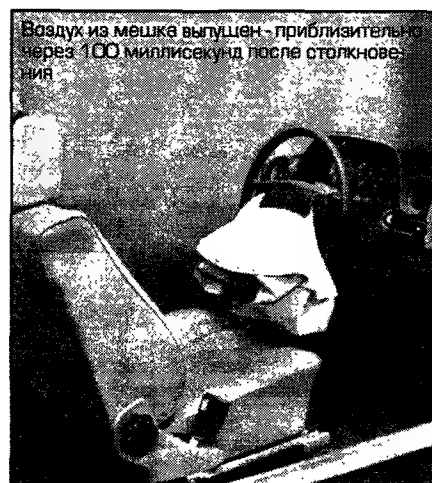
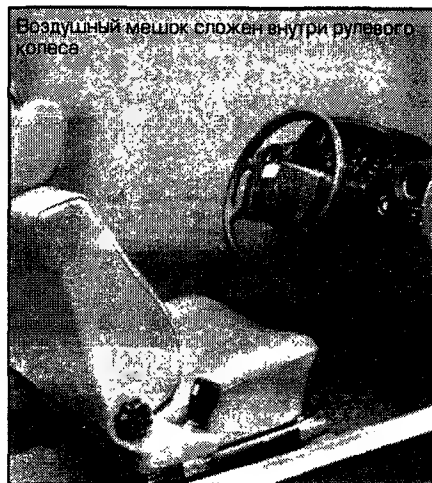
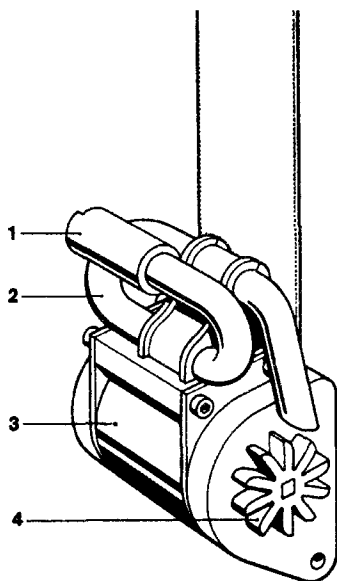


Рис. 14.21. Воздушный мешок безопасности при лобовых столкновениях

При ударе срабатывает датчик ускорения и посылает сигнал для поджигания пиропатрона в газовом генераторе.

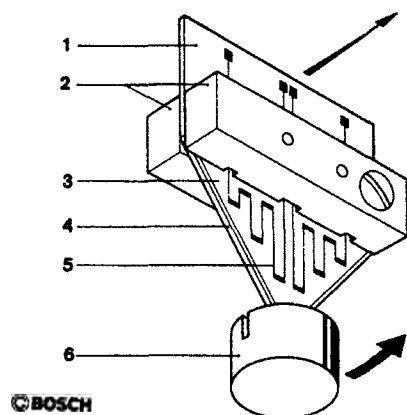
Пиропатрон сгорает в течение нескольких тысячных долей секунды и раздувает мешок. Этого времени достаточно, чтобы защитить водителя от удара о рулевую колонку или лобовое стекло.



- | | |
|--|--------------------------------|
| 1 Корпус с пиропатроном, газовой камерой и поршнем | 3 Шкив ремня безопасности |
| 2 Трубка | 4 Турбинное колесо с лопатками |

Пиропатрон детонирует от электрического импульса. Возникающее при этом высокое давление заставляет поршень быстро переместиться вдоль трубки, заполненной жидкостью. Давлением жидкости разрывается мембрана, находящаяся на другом конце трубки. Жидкость (смесь воды и глицерина) с высокой скоростью вылетает из трубки и, попадая на лопатки турбинного колеса, заставляет его вращаться, затягивая ремень безопасности.

Рис. 14.22. Устройство для натяжения ремня безопасности с электрическим управлением от датчика ускорения



- | | | |
|------------|------------|------------------|
| 1 Контакты | 3 Изоляция | 5 Тензорезисторы |
| 2 Корпус | 4 Пружина | 6 Груз |

Рис. 14.23. Датчик ускорения

3 Для срабатывания устройства натяжения ремня безопасности используется тот же принцип, но в этом случае газы, возникающие при сгорании пиропатрона используются для вращения турбинного колеса (см. рис. 14.22).

При вращении колеса происходит затягивание ремня вокруг пассажира.

4 Эти системы снабжены автономным источником питания, поскольку аккумулятор при лобовом столкновении может выйти из строя. Для этой цели применен постоянно заряжаемый конденсатор, энергии которого хватает для приведения в действие воздушного мешка и устройства натяжения ремня безопасности.

Кроме того, в системе установлен преобразователь напряжения, обеспечивающий питание устройства пуска системы при падении напряжения батареи ниже 4 В.

При каждом включении зажигания проверяется исправность системы. При этом зажигается лампа (на срок около 10 секунд), пока производится проверка. Если система исправна, лампа индикатора погаснет.

Работа системы безопасности

5 Датчик ускорения состоит из груза, подвешенного на плоской пружине, к которой приклеены два тензорезистора. Два других резистора расположены на неподвижной части датчика. Эти резисторы образуют измерительный мост Уитстона (см. рис. 14.23). Когда происходит столкновение, груз сгибает пружину, сопротивление тензорезисторов меняется и мост выходит из равновесия (см. рис. 14.24).

Выходное напряжение моста будет пропорционально замедлению автомобиля.

Далее блок управления вычитает из полученного значения напряжение, эквивалентное ускорению до 4g, считающееся нормальным при эксплуатации автомобиля. Эта мера предотвращает случайное срабатывание системы безопасности.

Устройство натяжения ремня безопасности срабатывает раньше, чем воздушный мешок (при ударе о твердую поверхность при скорости 15 км/ч).

Блок электронного управления состоит из двух модулей: модуля управления и модуля сигнализации.

Система безопасности позволяет поджечь до трех пиропатронов для воздушных мешков и устройства натяжения ремня безопасности. Для этого в блоке управления формируются сигналы, с силой тока 4А для каждого пиропатрона.

9 Электрические стеклоподъемники

1 Электрические стеклоподъемники позволяют опускать и поднимать дверные стекла всех дверей четырехдверного автомобиля. Привод стеклоподъемников осуществляется электромоторами с постоянным магнитом для всех стекол.

Панель управления стеклоподъемниками расположена в удобном для водителя месте и состоит из четырех переключателей - для каждой двери, а также выключателя блокировки задних стекол (см. рис. 14.25).

2 Электромоторы имеют понижающую передачу, рассчитанную на подъем стекол - для их опускание требуется меньшее усилие. Электромоторы могут быть связаны с механизмом стеклоподъемника как непосредственно, так и с помощью гибкой рейки.

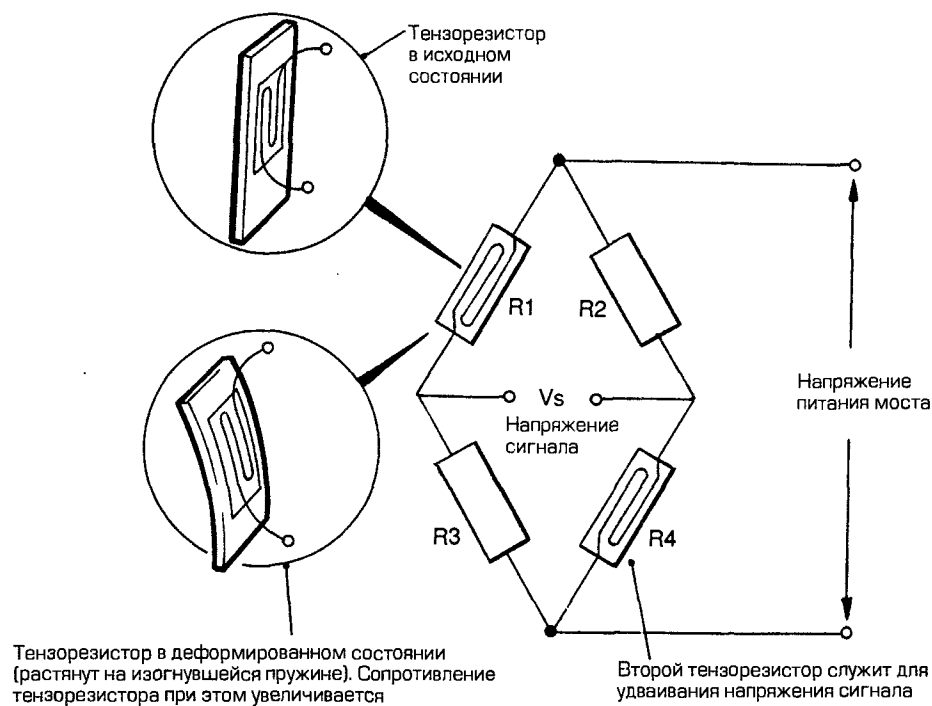


Рис. 14.24. Тензорезисторы в мосте Уитстона

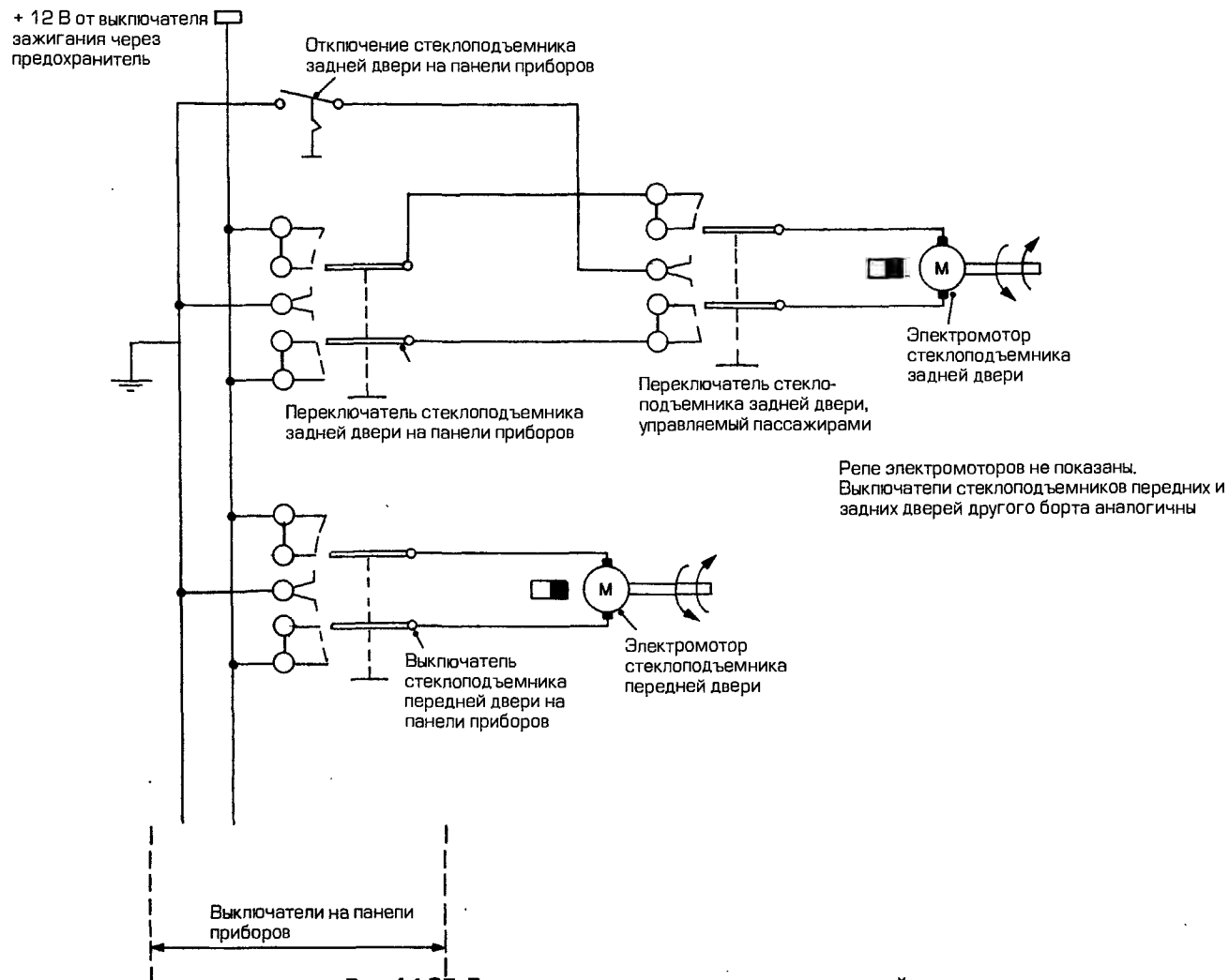


Рис. 14.25. Переключатели стеклоподъемников дверей

Для изменения направления вращения двигателей обычно используются два реле.

Для предотвращения перегрузки электродвигателей используются тепловые предохранители (например, если стекло уже поднято до упора, а кнопка стеклоподъемника не отпущена).

10 Центральная блокировка дверей

1 Устройство центральной блокировки позволяет одновременное запирание и отпирание всех дверей, багажника (или задней двери), когда дверь водителя запирается или отпирается.

В некоторых системах блокировка может быть выполнена запиранием передней двери пассажира.

Ручное управление блокировкой дверей изнутри салона приоритетно по отношению к центральной блокировке в целях обеспечения безопасности.

2 Большинство изготовителей автомобилей для блокировки замков используются электродвигатели с постоянным магнитом. Однако некоторые фирмы, например, Мерседес-Бенц, Ауди и Фольксваген используют пневматические устройства, приводимые в действие насосом, расположенным в багажнике автомобиля. Оба способа имеют свои преимущества и недостатки. Механизм с электродвигателем обладает высоким быстродействием (время срабатывания около 2 секунд), в то время как пневматический привод бесшумен, но время срабатывания составляет 6 секунд.

3 Типичный электропневматический привод блокировки представлен на рис. 14.26. При повороте ключа в замке двери водителя не только закрывается и открывается дверь, но и приводится в

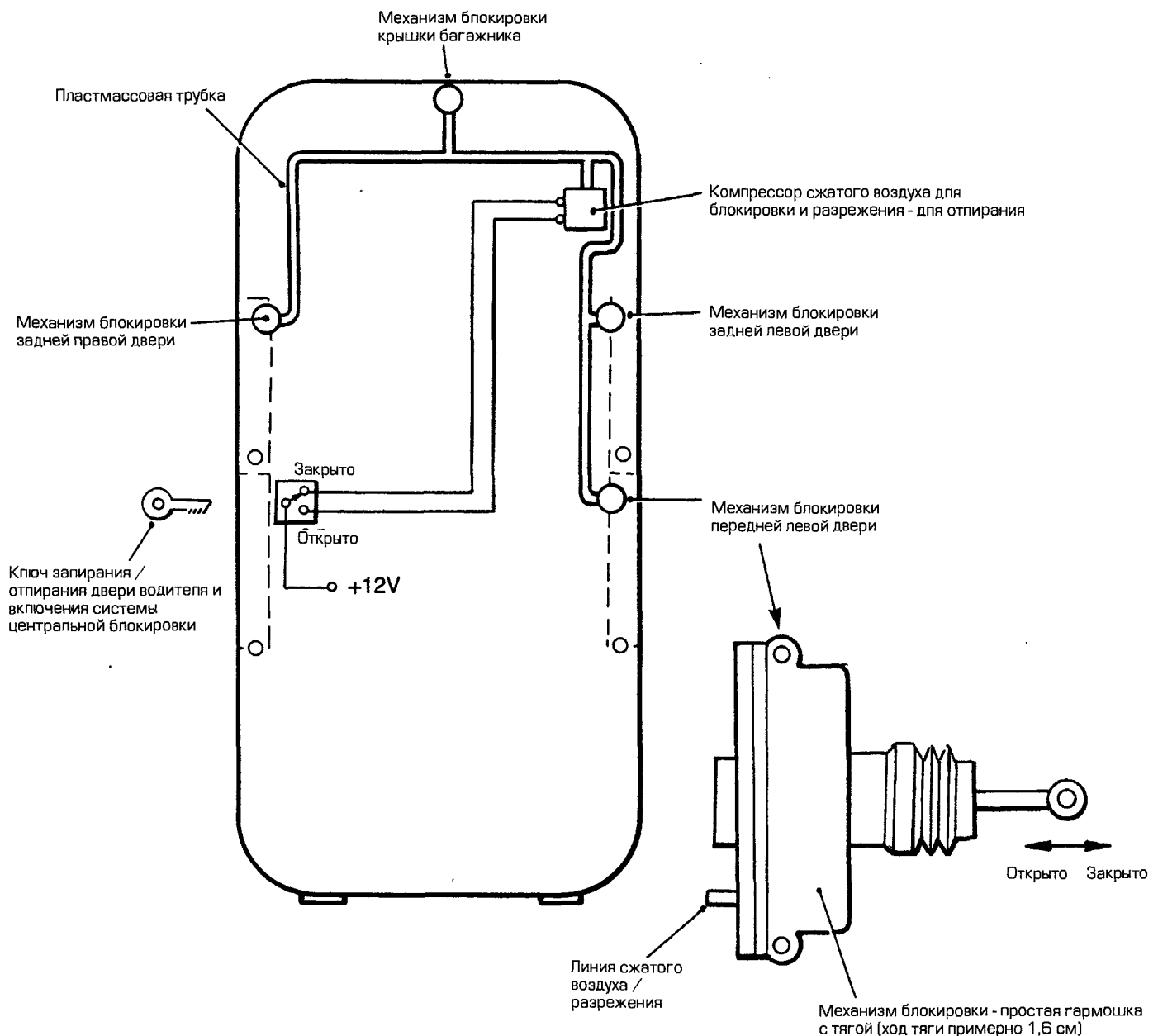


Рис. 14.26. Простейшая схема электропневматического привода центральной блокировки дверей

действие система центральной блокировки. При этом включается насос для привода блокировки всех дверей.

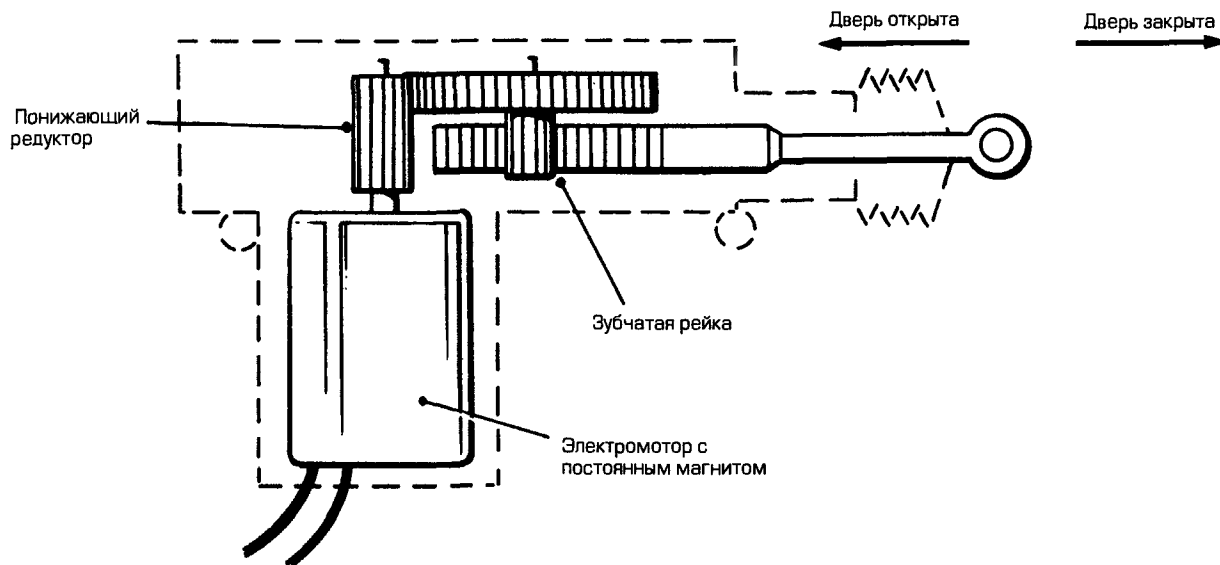
Существуют различные способы остановки электромотора насоса после того, как произойдет блокировка или открытие дверей. Однако чаще всего используется привод электромотора с реле времени. По истечении некоторого промежутка времени электромотор останавливается. После этого система ожидает следующих инструкций. Для их обработки используется специальный контроллер. Реле времени имеет две настройки в зависимости от того, какой тип привода (пневматический или электрический) используется в системе блокировки.

4 Электрический исполнительный механизм представляет собой электромотор с постоянным магнитом. Изменение направления

движения достигается за счет изменения полярности подключения. Исключение составляет привод блокировки фирмы Форд. В этом приводе электромотор всегда вращается в одну сторону, а изменение направления движения достигается за счет применения кривошипа. Отключение электромотора производится микровыключателем в конце каждого хода механизма блокировки.

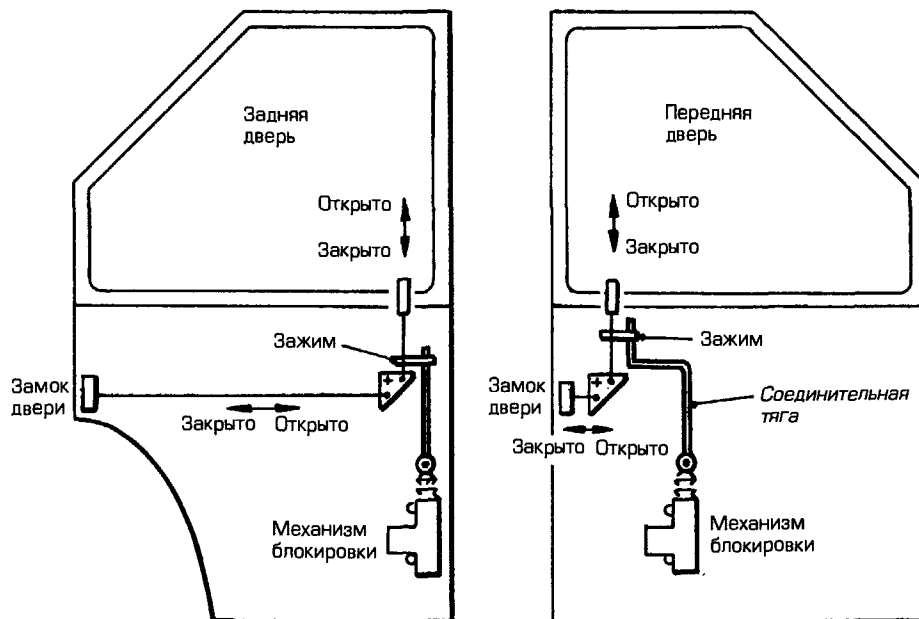
5 На рис. 14.27 представлена конструкция механизма блокировки с реверсивным электродвигателем. За счет применения редуктора достигается необходимый крутящий момент для приведения в действие дверных замков. Шестерни редуктора выполнены из латуни, а зубчатая рейка - из пластмассы.

Не рис. 14.2В показан привод блокировки дверей автомобиля.



Направление вращения электромотора достигается за счет изменения полярности подключения

Рис. 14.27. Механизм блокировки двери



На рисунке показано типичное расположение механизма блокировки (но может быть и другое расположение)

Рис. 14.28. Привод блокировки двери

Глава 15 Поиск и устранение неисправностей

Содержание

Оборудование для поиска неисправностей	1	Стоп-сигналы	7
Последовательность поиска неисправностей	2	Звуковые сигналы	8
Использование тестового оборудования	3	Окна с электрическими стеклоподъемниками	9
Стартер	4	Обогреватель заднего стекла	10
Генераторы переменного и постоянного тока	5	Омыватели лобового стекла	11
Лампы указателей поворота и аварийной сигнализации	6	Стеклоочистители	12

1 Оборудование для поиска неисправностей

Цель поиска неисправности в электропроводке состоит в обнаружении повреждения, препятствующего течению электрического тока в цепи так, как это предусмотрено конструкцией.

Поскольку в современных автомобилях количество электрооборудования возрастает, поиск неисправности становится все более и более сложным. Из-за сложности систем автомобиля поиск неисправности методом “проб и ошибок” становится неудовлетворительным.

В связи с этим, в настоящее время принят логический подход к поиску и восстановлению электропроводки, что, в свою очередь, требует наличия специального измерительного оборудования для проверок электрических цепей.

Соединительные провода

Эти провода, в основном, используются для обнаружения незамкнутого участка цепи или участка с чрезмерным сопротивлением за счет обхода существующей схемы (см. рис. 15.1). Кроме того, эти провода необходимы при проведении испытаний компонента вне автомобиля. Эти провода можно приобрести в магазине или изготовить самостоятельно.



Рис. 15.1. Соединительные провода

Соединительные провода должны иметь различные зажимы и наконечники для удобства подключения к разным компонентам. Провод, предназначенный для подключения компонента к аккумулятору должен иметь плавкий предохранитель и изолированные разъемы (для предотвращения короткого замыкания).

Предупреждение: *Никогда не используйте соединительные провода с меньшим поперечным сечением, чем у проверяемой цепи. Используйте плавкий предохранитель с номиналом, не превышающим номинал предохранителя, защищающего проверяемую цепь.*

Лампа-индикатор

Эта лампа (см. рис. 15.2) используется для проверки наличия напряжения в проверяемой цепи, подключенной к аккумулятору. Такая лампа является наиболее дешевым и доступным оборудованием и должна иметься в Вашем гараже. Ее можно приобрести в магазине или изготовить самому.

Конструкция лампы-индикатора может быть разной, но все они состоят из трех основных частей: лампы накаливания, пробника и провода для заземления. За счет применения различных ламп можно проверять цепи с напряжением 6, 12 и 24 В.

Хотя эта лампа не позволяет точно измерить напряжение, большинство неисправностей можно обнаружить по яркости свечения лампы.



Рис. 15.2. Лампа-индикатор

Примечание: Перед проведением испытаний подключите лампу-индикатор к аккумулятору, чтобы определить яркость свечения лампы.

Испытательный зуммер

Его назначение такое же, как и лампы-индикатора, однако, он позволяет осуществлять дистанционный контроль при испытаниях (см. рис. 15.3). Например, для проверки исправности электропроводки ламп стоп-сигналов можно подключить зуммер к патрону лампы и, нажимая на педаль тормоза, убедиться в наличии или отсутствии напряжения в патроне лампы. Зуммер для проведения испытаний можно изготовить самостоятельно из соединительных проводов и зуммера.

Тестеры для проверки исправности электропроводки

Эти тестеры предназначены для проверки исправности участков цепи. Они состоят из лампы накаливания, источника питания (батарейки) и двух соединительных проводов (см. рис. 15.4). Эти тестеры используются исключительно для проверки разомкнутых участков цепи (не подключенных к аккумулятору автомобиля - напряжение аккумулятора сожжет низковольтную лампочку такого тестера).

Предостережение: Не пользуйтесь тестером с собственным источником питания для проверки цепей, содержащих электронные компоненты, чтобы не повредить их.

Измерительные тестеры

Более подробно их применение описано в главе 13.

2 Последовательность поиска неисправностей

Прежде, чем начать поиск неисправности обязательно определите для себя план действий. Сначала убедитесь в исправности предохранителей, в надежности всех соединений и контактов, в исправности ламп, а также в целостности проводов. Эти проблемы являются наиболее часто встречающимися.

Попробуйте включить цепь в альтернативном режиме и определите, какие компоненты схемы исправны. Иными словами, является ли отказ полным или частичным. Как это проявляется при работе других схем? Когда это происходит? Постоянно или периодически происходит отказ?

Убедитесь в работоспособности остальных компонентов, установленных на автомобиле. Иногда встречаются ситуации, когда отказ одного компонента приводит к отказу другого. При необходимости, убедитесь в работоспособности остальных компонентов схемы.

Эти меры и тщательный анализ схемы электропроводки позволят Вам сузить круг поиска неисправности. Проверьте все недавно отремонтированные или замененные компоненты - чаще всего они являются виновниками отказа.

Неисправности, связанные с отдельными компонентами

Если в неисправной цепи неходится отдельный компонент, сначала проверьте его, а также соответствующий плавкий предохранитель. Используйте логический подход для решения проблемы. Например, если у Вас не горит только одна лампа, проверьте плавкий предохранитель, выключатель, а также жгут проводов - это главные источники неисправности.

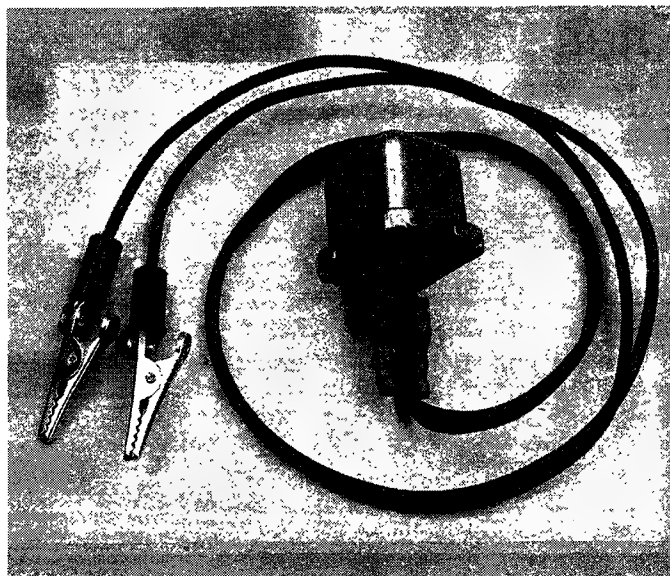


Рис. 15.3. Зуммер для испытаний электропроводки

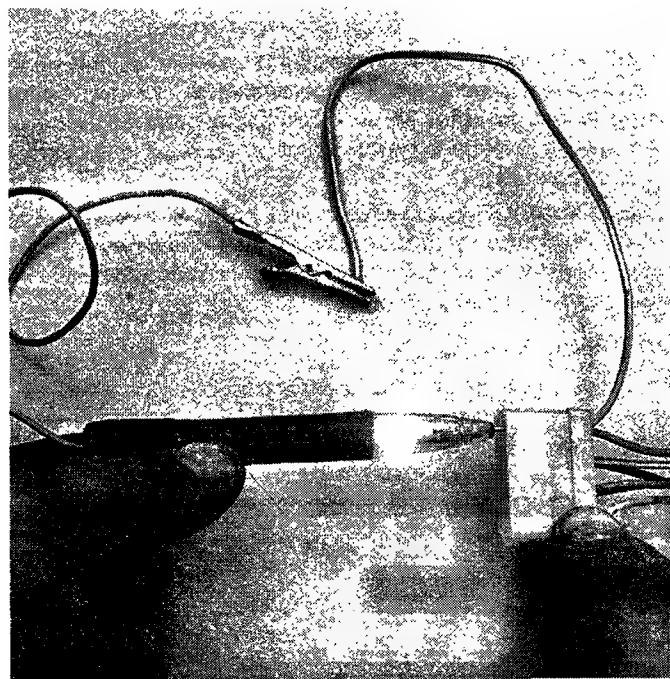


Рис. 15.4. Тестер для проверки исправности электропроводки и разъемов

Ниже приведены четыре основных причины отказа отдельных компонентов и последовательность проверки.

Отсутствие напряжения. Включите питание цепи и убедитесь в наличии напряжения на компоненте. Если напряжение отсутствует, продолжайте проверку, двигаясь по схеме к плавкому предохранителю. Когда Вы достигнете точки, в которой напряжение присутствует, Вы будете знать, что неисправность находится между компонентом и последней точкой проверки.

Отсутствие заземления. В наличии этой неисправности можно убедиться двумя способами:

- 1 Включите питание цепи и измерьте падение напряжения между компонентом и корпусом. Падение напряжения не должно превышать 0,3 В.
- 2 При выключенном питании измерьте сопротивление между компонентом и корпусом. Показания омметра должны быть близкими к 0.

Неисправность самого компонента. Проверку компонентов, работающих при напряжении аккумулятора, следует производить при помощи соединительных проводов с плавкими вставками в соответствии с рекомендациями, приведенными ниже. Для компонентов, рабочее напряжение которых ниже, чем напряжение аккумулятора, следует измерять их сопротивление или падение напряжения.

Неисправность электропроводки. В этом можно убедиться двумя способами:

- 1 Без подключения питания к цепи, проверьте ее целостность
- 2 Подключите питание к цепи и измерьте величину падения напряжения в электропроводке.

Неисправности, связанные с группой компонентов

Если неисправность возникает одновременно в группе компонентов, проверьте наличие напряжения в точке, где подводится питание (обычно в блоке предохранителей или от провода с плавкой связью). Проверьте предохранители, плавкую связь и прерыватели цепи. Если эти элементы неисправны, найдите точку, где происходит короткое замыкание цепи. Если они исправны - скорее всего, дело в разрыве электропроводки или ненадежных соединениях.

Если возможно, приобретите схемы электропроводки для Вашего автомобиля.

Внимательно изучите схему электропроводки (в соответствии с рекомендациями, приведенными в главе 13). Определите, где подводится питание к цепи, каким предохранителем она защищена, какие выключатели и (или) реле в ней установлены и как включаются компоненты этой цепи.

Найдите на автомобиле все компоненты, приведенные на электрической схеме. Иногда группа компонентов может управляться двумя (и более) цепями питания. Убедитесь в исправности выключателей, установленных в этих цепях.

Периодически возникающие отказы

Это наиболее сложная проблема для диагностирования и устранения неисправности. Неустойчивая или прерывистая работа компонента может быть вызвана, например, повышенным трением или непостоянным сопротивлением движению, связанным с нагревом или остыванием компонента. Часто эта проблема вызывается коррозией контактов или ослаблением соединений электропроводки.

Во время поиска неисправности старайтесь создать условия, при которых возникает неисправность. Например, это может быть вызвано шевелением проводов или иным способом.

Если неисправность возникает только при полностью прогревом двигателя, эти условия можно имитировать при помощи фена сушки волос. Если неисправность возникает только при влажной погоде, постарайтесь вызвать неисправность при помощи бутылки с водой. Как только Вам удастся продублировать неисправность, далее выполните проверочные процедуры, характерные для найденных симптомов.

3 Использование тестового оборудования

Прежде, чем начать устранение неисправности, внимательно изучите работу оборудования для проведения тестов. В этом разделе приведены принципы использования вышеописанного оборудования.

Примечания: Большинство приборов, приобретенных в магазине, имеют инструкцию по эксплуатации. Если эти инструкции отличаются от общих принципов, приведенных ниже, следуйте инструкциям изготовителя.

Предостережение: Никогда не подключайте напряжение аккумулятора к цепям с электронными компонентами и не проверяйте никакими иными приборами кроме цифровых тестеров.

Проверка заземления

Подключите соединительный провод к корпусу компонента или его клемме для провода заземления и к корпусу автомобиля. Если при этом компонент начнет работать исправно, неисправность заключается в плохом заземлении. Проверьте соединения, разъемы и провод заземления.

Проверка компонента, работающего при напряжении аккумулятора

Подключите один соединительный провод к клемме заземления, а второй к аккумулятору и положительной клемме компонента. Если компонент работает исправно - отсоедините провод заземления. Если работа нарушилась - неисправность в плохом заземлении, хотя цепь питания также может быть неисправной.

Если компонент работает после отключения соединительного провода заземления - неисправность в цепи питания. Если компонент не работает с двумя соединительными проводами - компонент неисправен.

Проверка наличия напряжения

Для этого провод заземления лампы-индикатора или испытательного зуммера надежно подключите к корпусу автомобиля. Включите цепь и проводите проверку наличия напряжения. При необходимости, острым наконечником индикатора можно проткнуть изоляцию провода. Если индикатор показывает наличие напряжения, значит часть цепи от аккумулятора до точки проверки исправна.

После завершения проверки обмотайте изоляционной лентой места прокола изоляции проводов. Лампа-индикатор не зависит от полярности подключения и ее провода можно подключать к заземлению или к проводам питания любым способом.

При использовании вольтметра установите соответствующий диапазон измерений (обычно выше, чем напряжение аккумулятора) и убедитесь в правильности полярности подключения. Отрицательный провод - черного цвета, а положительный - красного.

Для измерения напряжения на участке цепи вольтметр должен подключаться параллельно проверяемому участку цепи. Чтобы не повредить прибор, всегда соблюдайте полярность: подключайте положительный провод к положительной стороне цепи, а отрицательный - к отрицательной.

Проверка исправности электропроводки

Проверку электропроводки можно выполнить при помощи многих приборов. При подключенном питании можно использовать вольтметр, лампу-индикатор или зуммер. В цепи без напряжения

проверка производится при помощи омметра или лампы с источником питания.

Предостережение: Не проводите проверку омметром или лампой-индикатором с источником питания электроцепей, подключенных к аккумулятору, иначе прибор будет поврежден.

Перед тем, как воспользоваться омметром или лампой-индикатором с источником питания отключите аккумулятор от проверяемой цепи или выньте плавкий предохранитель или прерыватель цепи. Выберите две точки цепи, целостность которой Вы хотите проверить и подключите к ним два конца лампы-индикатора с источником питания. В случае исправной цепи лампа-индикатор загорится.

Примечание: Проверка цепи при помощи омметра производится аналогичным образом. В случае исправной электропроводки показания омметра будут близкими к 0.

Проверка сопротивления

Сопротивление проверяется при помощи омметра. Поверните переключатель диапазона измерения тестера в нужное положение и подключите провода тестера к точкам, между которыми измеряется сопротивление. Перед началом проверки убедитесь в исправности тестера: при разомкнутых контактах его показание соответствует бесконечному сопротивлению; соедините провода между собой - сопротивление должно быть равно 0. Подключите провода тестера и выполните измерение. После окончания работы выключите питание тестера (для сохранности его батареек).

Поиск короткого замыкания

Короткое замыкание на корпус наиболее удобно искать при помощи испытательного зуммера. Если короткое замыкание не связано с компонентом цепи (чаще всего оно возникает в жгуте проводов), осмотрите выводы проводов из жгута. У провода, в котором возникло короткое замыкание обычно сгорает изоляция.

Примечание: Поиск короткого замыкания можно проводить при помощи вольтметра, лампы-индикатора, но наиболее удобно делать это при помощи испытательного зуммера.

Вам понадобится помощник для наблюдения за прибором во время поиска (пока Вы разъединяете провода или шевелите электропроводку).

- 1 Выньте плавкий предохранитель, не отключая аккумулятор.
- 2 Подключите провода зуммера к клеммам предохранителя.
- 3 Включите все переключатели в проверяемой цепи.
- 4 Если в схеме имеется короткое замыкание зуммер будет подавать сигнал.
- 5 Двигаясь от конца схемы (точки заземления) отключайте все переключатели и разъемы электропроводки до тех пор, пока зуммер не выключится. Также шевелите провода во всех доступных местах.
- 6 После того, как зуммер выключится, внимательно осмотрите отключенную часть цепи (или провода, которые Вы шевелили) и отыщите точку, в которой имеется короткое замыкание.
- 7 При необходимости восстановите или замените поврежденные детали.

Проверка падения напряжения

Цель этой проверки - измерение потери напряжения в проводе, соединении или выключателе цепи, находящейся под напряжением (см. главу 9, раздел 12).

Примечание: Если цепь не находится под напряжением в ней не может быть никакого падения напряжения.

- 1 Подключите положительный провод вольтметра к концу провода, точке соединения или клемме выключателя, ближайших к аккумулятору.
- 2 Подключите отрицательный провод вольтметра к другому концу провода, клемме соединения или выключателя.
- 3 Выберите диапазон измерения вольтметра выше, чем напряжение аккумулятора.
- 4 Включите питание цепи.
- 5 Показание вольтметра будет соответствовать разности напряжений между двумя точками. Если показания вольтметра превышают 0,3 В, это указывает на неисправность в электропроводке (за исключением случая, когда вольтметр подключен параллельно нагрузке - в этом случае большое падение напряжения нормально).
- 6 Очистите или отремонтируйте соединение или выключатель. При необходимости замените неисправные компоненты.

Измерение тока в цепи

Примечание: Амперметр всегда подключается последовательно с цепью.

- 1 Подключите амперметр в проверяемую цепь. Для этого выньте плавкий предохранитель и подключите амперметр к клеммам предохранителя.
- 2 Включите питание цепи и измерьте силу тока. Если амперметр показывает отрицательное значение, поменяйте полярность подключения амперметра. Если сила тока равна 0, это указывает, что цепь не замкнута. Если показания амперметра выше, чем номинал предохранителя - в цепи имеется короткое замыкание.

Проверка утечки тока из аккумулятора

Эта проверка поможет выяснить, не имеется ли постоянной утечки тока из аккумулятора, приводящей к разряду аккумулятора.

- 1 Убедитесь, что все потребители электроэнергии отключены. Если Ваш автомобиль оборудован лампой освещения моторного отсека, убедитесь, что лампа работает, а затем отключите ее.
- 2 Отсоедините провод от отрицательной клеммы аккумулятора. Подключите между отрицательной клеммой аккумулятора и концом отключенного провода лампу-индикатор. Лампа не должна гореть.
- 3 Если лампа-индикатор загорится - это указывает на наличие утечки тока из аккумулятора.

Примечание: На автомобилях, имеющих источники потребления энергии при выключенном зажигании, лампа-индикатор будет тускло светить. Если Вы подозреваете, что утечка тока чрезмерна, вместо лампы-индикатора подключите амперметр. Его показания не должны превышать 0,5 А.

4 Основные источники утечки тока - лампа освещения моторного отсека, лампа освещения ящика для перчаток и т.д., которые не отключаются должным образом. Если утечка не вызвана горящими лампами, вынимайте по одному плавкие предохранители до тех пор, пока не обнаружите цепь, в которой имеется утечка (когда Вы вынете предохранитель этой цепи лампа-индикатор погаснет).

5 Если место утечки не удастся определить - вероятно проблема заключается в коротком замыкании соленоида стартера или коротком замыкании электропроводки соленоида стартера.

Осмотрите электропроводку и места соединений. Если короткое замыкание не удастся обнаружить - отсоедините провода соленоида стартера.

Проверка реле

Примечание: Принцип действия реле подробно описан в главе 1, раздел 15. Ознакомьтесь с этой информацией, поскольку в некоторых цепях имеются реле, имеющие определенную полярность подключения.

Примечание: На новых автомобилях могут быть установлены полупроводниковые (электронные) реле. Все описанные ниже процедуры проверки относятся только к электромеханическим реле (не электронным). Проверка электронных реле производится только компетентными специалистами.

1 Мы рекомендуем Вам пользоваться схемами электропроводки именно Вашего автомобиля, поскольку типы применяемых реле могут отличаться для разных модификаций. Если Вы не имеете возможности достать схемы от Вашего автомобиля, следуйте приведенным ниже инструкциям.

2 Большинство реле имеют четыре контакта: два контакта цепи управления - они подключаются к обмотке реле, и два контакта от цепи нагрузки - один неподвижный и один, связанный с якорем реле.

3 Если у Вас имеется схема электропроводки Вы можете по ней определить, какие провода к каким клеммам должны быть подключены (см. главу 13). Часто на схемах клеммы реле специально выделены.

4 Обычно провода цепи управления более тонкие, а провода цепи нагрузки - более толстые.

5 Снимите реле с автомобиля и проверьте соединение между силовыми контактами реле. Между ними не должно быть контакта.

6 При помощи соединительного провода подключите одну клемму контура управления реле к положительной клемме аккумулятора, а вторую - к корпусу автомобиля. При этом реле должно щелкнуть. Для некоторых реле имеет значение полярность подключения, поэтому, если реле не сработало, поменяйте полярность подключения реле.

7 Подключите контакты контура реле, как описано выше, и удостоверьтесь, что силовые контакты реле замкнулись.

8 Если реле не прошло хотя бы одной проверки из приведенных выше, его необходимо заменить.

9 Если реле имеет три контакта - проверьте по схеме, для чего предназначены эти контакты. Обычно реле с тремя контактами имеют заземленный корпус или внешнее заземление.

10 В реле с заземленным корпусом один из контактов контура управления связан с массой, поэтому надобность в четвертом контакте отпадает. Этот тип реле требует хорошего контакта корпуса с шасси автомобиля. Проверка этих реле аналогична реле с четырьмя контактами, одним из контактов которого является корпус реле.

11 В реле с внешним заземлением один из контактов соединен с источником электроэнергии. Чаще всего - это положительная клемма аккумулятора. Внутри реле этот контакт может быть связан как с контуром управления, так и с одним из силовых контактов. Второй контакт связан с другим концом контура управления. При замыкании контактов выключателя цепь контура управления оказывается замкнутой и реле срабатывает. Третий контакт связан со вторым силовым контактом. При включении реле ток протекает через силовые контакты реле и заземляется, пройдя

через нагрузку, то есть цепь также оказывается замкнутой. Реле этого типа часто выполняются в виде вставки в гнезда разъема, т. е. не имеют непосредственного контакта с массой.

12 Для проверки реле с внешним заземлением снимите его с автомобиля и убедитесь в отсутствии соединения между силовыми контактами реле.

13 Подключите положительную клемму аккумулятора к общему контакту реле, имеющему соединение с контуром управления и с силовым контактом, а второй контакт контура управления соедините с массой. Реле должно щелкнуть.

14 Подключите реле в соответствии с п.13 и подключите лампу-индикатор между вторым силовым контактом и корпусом. Лампа должна загореться. Если реле не удовлетворяет хотя бы одному из этих условий, его необходимо заменить.

4 Стартер

Большинство проблем при запуске двигателя не связаны с неисправностью стартера. Чаще они вызваны неисправностями в электропроводке системы пуска, чрезмерным разрядом аккумулятора, плохим контактом в проводах подключения аккумулятора или плохим контактом в электропроводке электромагнита стартера.

Более подробно эти сведения даны в главе 4, раздел 14. В приведенном ниже перечне содержатся дополнительные процедуры для поиска неисправности.

Стартер вращается, а двигатель - нет

1 Снимите стартер и проверьте исправность обгонной муфты, а также убедитесь, что привод стартера входит в зацепление с зубчатым венцом маховика. Если этого не происходит, разберите стартер, чтобы установить причину неисправности.

2 Убедитесь, что на зубчатом венце маховика нет согнутых, сломанных зубьев или других повреждений. При выключенном зажигании проверните коленчатый вал двигателя, чтобы осмотреть зубчатый венец.

Шум при работе стартера

1 Если при включении электромагнита слышно дребезжание - сначала проверьте исправность аккумулятора (см. главу 5). Если аккумулятор исправен, проверьте кабели и соединения, а также измерьте падение напряжения в соответствии с инструкцией, приведенной ниже. Если Вам не удалось установить причину неисправности, проверьте электромагнит стартера (см. ниже).

2 Если при включении стартера слышен резкий металлический щелчок, проверьте затяжку болтов крепления стартера. Если болты затянуты, снимите стартер и убедитесь в отсутствии поломки зубьев шестерни стартера и зубчатого венца маховика.

3 Если стартер включается нормально, но затем останавливается с резким высоким звуком - вероятнее всего, причина заключается в неисправности привода стартера. Замените или отремонтируйте стартер.

4 Если при работе стартера слышен лязг, причина заключается в неправильном зазоре между зубчатыми колесами. Чтобы убедиться в этом:

а) Отсоедините отрицательную клемму аккумулятора, снимите кожух маховика и введите шестерню стартера в зацепление с зубчатым венцом.

б) Проверьте зазоры в зацеплении. Обычно величина перекрытия для зубьев должна составлять не менее $3/4$ высоты зубьев. Проверьте зацепление по всей длине окружности зубчатого венца, вращая маховик.

5 Если после запуска двигателя стартер издает высокий "скулящий" звук, это свидетельствует об ослаблении возвратной пружины стартера или зазор между зубчатыми колесами слишком мал. Измерьте величину зазора в соответствии с п. 4,б. Если она находится в норме - замените возвратную пружину стартера.

Стартер вращается медленно

1 Проверьте исправность аккумулятора (см. главу 5).

2 Если аккумулятор исправен, проверьте все провода и соединения от аккумулятора до стартера. Убедитесь в отсутствии короткого замыкания или повреждения проводов.

3 Убедитесь, что диаметр проводов подключения аккумулятора и стартера соответствует их обозначению на схеме. Многие кабели могут иметь меньший диаметр проволоки, но более толстую изоляцию. Площадь сечения этих кабелей может быть недостаточна, чтобы по ней тек большой ток. Летом при низком сопротивлении запуску двигателя эти кабели могут работать исправно, но с наступлением зимы часто эти кабели не способны пропустить возросшую нагрузку, что приводит к медленному вращению стартера. Если сечение кабеля вызывает у Вас сомнение, измерьте падение напряжения в нем (в соответствии с инструкциями, приведенными ниже).

4 Проверьте падение напряжения на клеммах аккумулятора, электромагните стартера и всех соединениях проводов стартера (см. ниже).

5 Убедитесь, что болты крепления стартера затянуты. Кроме того, убедитесь в исправности зубчатого венца маховика и шестерни стартера.

6 Убедитесь в отсутствии короткого замыкания.

7 Измерьте силу тока в цепи стартера (см. ниже).

8 Если сила тока чрезмерна, в то время как большого падения напряжения нет - это свидетельствует о повреждении стартера или привода. Выключите зажигание и проверните коленчатый вал вручную. Если он вращается плавно и легко - замените стартер.

Стартер не вращается

1 Включите передние фары, затем включите стартер. Пусть Ваш помощник в это время наблюдает за светом фар. Если при включении стартера свет фар не тускнеет, проверьте электропроводку системы пуска (как описано ниже). Если свет фар потускнеет, продолжите испытание дальше.

2 Повторите п.1-В теста "Стартер вращается медленно".

Проверка электропроводки системы пуска

Предостережение: В течение нижеследующих проверок стартер может начать вращаться, поэтому необходимо убедиться, что коробка передач автомобиля находится на "нейтрали". Кроме того, не приближайтесь к компонентам, которые движутся при работе двигателя.

Примечание: Для проведения испытаний необходимо иметь полностью заряженный исправный аккумулятор.

1 Проверьте электромагнит стартера (см. ниже).

2 Если в проводе управления электромагнитом стартера отсутствует напряжение, проверьте выключатель нейтрального положения коробки передач, если он установлен (см. ниже). Если

выключатель исправен, неисправность заключается в замке зажигания или в электропроводке между предохранителем и клеммой контура управления соленоидом стартера.

3 Если электромагнит стартера исправен, попросите помощника держать ключ зажигания в положении пуска двигателя. Проверьте исправность кабеля питания стартера от аккумулятора до стартера.

Проверка падения напряжения

Предупреждение: В течение нижеследующих проверок стартер может начать вращаться, поэтому необходимо убедиться, что коробка передач автомобиля находится на "нейтрали". Кроме того, не приближайтесь к компонентам, которые движутся при работе двигателя.

Примечание: В разделе 3 имеются дополнительные сведения по измерению падения напряжения.

1 Наиболее часто падение напряжение в системе пуска происходит в соединениях проводов и кабелей питания стартера и электромагнита стартера.

2 Отключите систему зажигания. Для большинства автомобилей достаточно отсоединить высоковольтный провод от распределителя и заземлить его.

3 Пусть Ваш помощник держит ключ в положении пуска двигателя. Проверьте падение напряжения во всех соединениях проводов системы пуска. Значение падения напряжения не должно превышать 0,1 В для одного соединения или провода. Общее падение напряжения между аккумулятором и стартером не должно быть больше 0,5 В.

Проверка электромагнита стартера

Предупреждение: В течение нижеследующих проверок стартер может начать вращаться, поэтому необходимо убедиться, что коробка передач автомобиля находится на "нейтрали". Кроме того, не приближайтесь к компонентам, которые движутся при работе двигателя.

Примечание: Для проведения испытаний необходимо иметь полностью заряженный исправный аккумулятор.

1 Отключите систему зажигания. Для большинства автомобилей достаточно отсоединить высоковольтный провод от распределителя и заземлить его.

2 Пусть Ваш помощник держит ключ зажигания в положении пуска двигателя. В это время Вы должны слышать, щелкает ли электромагнит стартера. Если щелчки слышны, перейдите к п.6 или п.7. Если щелчки электромагнита слабые или происходят не всегда, перейдите к п.4.

3 Если щелчков нет, снимите провод контура управления электромагнита стартера (тонкий провод) и осмотрите его и места подсоединения, чтобы выявить причину неисправности.

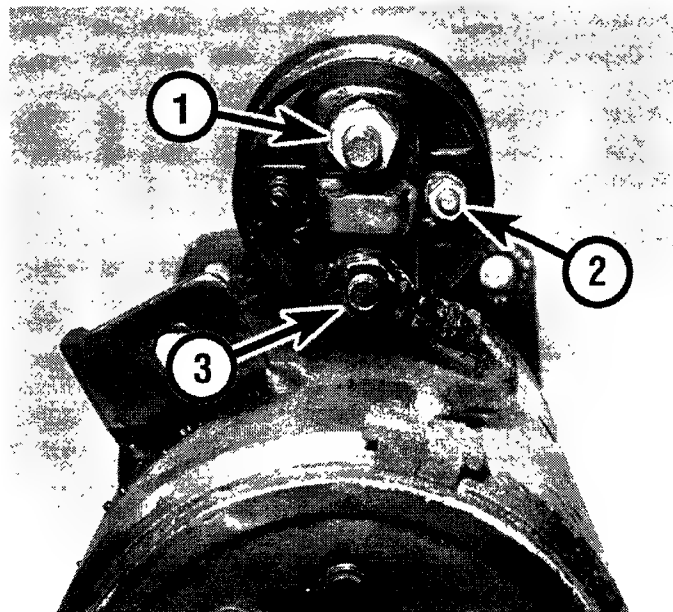
Примечание: У некоторых стартеров имеется два тонких провода. Один - в цепи управления электромагнитом; второй - для шунтирования резистора системы зажигания при пуске. Провод контура управления электромагнита обычно имеет маркировку "S". Если Вы не уверены в назначении проводов, внимательно изучите схему электропроводки системы пуска.

4 Подключите соединительный провод между положительной клеммой аккумулятора и клеммой включения электромагнита. Щелчок укажет на исправную работу электромагнита. Если щелчка нет, или он слабый, причина заключается в коррозии электромагнита или его ненадежном заземлении. Если

заземление надежно, но электромагнит не работает - его следует заменить.

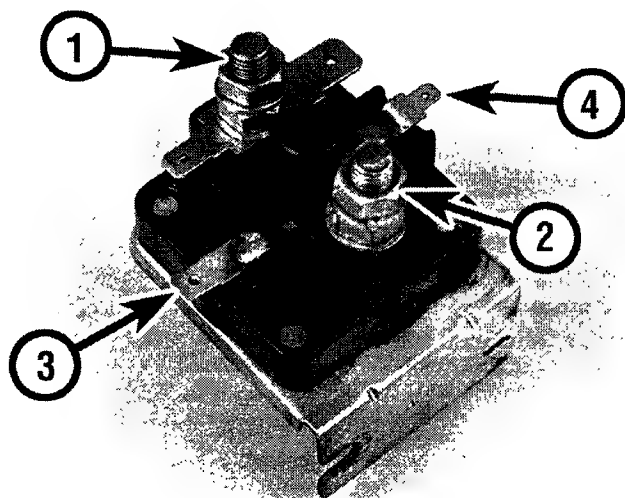
5 Пусть Ваш помощник держит ключ зажигания в положении пуска. Измерьте напряжение в проводе контура управления электромагнитом. Если напряжение отсутствует, значит в цепи питания электромагнита есть обрыв. Восстановите цепь контура управления электромагнита.

6 Для проверки электромагнита, встроенного в стартер, Вам понадобится помощник. Пусть он держит ключ зажигания в



- 1 Клемма питания стартера (от аккумулятора)
- 2 Клемма провода контура управления
- 3 Клемма включения стартера

Рис. 15.5. Клеммы электромагнита, встроенного в стартер



- 1 Подключение кабеля (от аккумулятора)
- 2 Подключения кабеля (к стартеру)
- 3 Клемма провода контура управления
- 4 Клемма провода шунтирования резистора системы зажигания

Рис. 15.6. Клеммы электромагнита, расположенного отдельно от стартера

положении пуска. Измерьте падение напряжения между аккумулятором и клеммой питания стартера (см. рис. 15.5). Падение напряжения не должно превышать 0,2 В. Если оно больше - замените электромагнит.

7 Для автомобилей, у которых электромагнит расположен отдельно от стартера, попросите помощника держать ключ зажигания в положении пуска двигателя. Измерьте падение напряжения в проводах включения электромагнита (положительный провод вольтметра должен быть со стороны аккумулятора). Падение напряжения не должно превышать 0,2 В. Если это не так - отсоедините провода и очистите клеммы (см. рис. 15.6). Затем повторите измерение. Если падение напряжения все равно больше 0,2 В - замените электромагнит.

В Для автомобилей, у которых электромагнит расположен отдельно от стартера, отсоедините провод контура управления электромагнита и подключите омметр между положительной клеммой электромагнита и корпусом. Показание омметра не должно превысить 5 Ом. Если сопротивление электромагнита выше - замените его.

Проверка выключателя нейтрального положения коробки передач

1 Быстро проверить исправность выключателя можно следующим образом. Нажмите и удерживайте нажатой педаль тормоза, поверните ключ зажигания в положение пуска и передвигайте селектор выбора передач через все положения. Если стартер включается в положениях селектора, отличных от положения "Park" или "Neutral" - это свидетельствует о неисправности выключателя или его неправильной настройке.

2 Для проверки выключателя отсоедините его разъем и соедините внешним проводом клемму питания в разъеме и клемму, соединенную с электромагнитом стартера. Если стартер включится - отрегулируйте или замените выключатель.

Примечание: Выключатели нейтрального положения коробки передач подвергаются постоянной модернизации. В состав некоторых из них входит выключатель фонаря заднего хода. Для проверки выключателя Вам понадобится схема электропроводки именно Вашей модели автомобиля. Также прочтите обо всех дополнительных процедурах проверки, которые имеются в руководстве Haynes для Вашего автомобиля.

Измерение силы тока в цепи стартера

Цель этой проверки - измерение силы тока в цепи стартера и электромагнита. Для этого Вам понадобится амперметр с индуктивным датчиком (см. рис. 15.7).

Предостережение: Не включайте стартер дольше, чем на 15 секунд. После включения подождите, по крайней мере, 2 минуты для того, чтобы стартер остыл. Перегрев, вызванный чрезмерно долгой работой стартера может привести его в негодность.

1 Убедитесь, что аккумулятор исправен и полностью заряжен. Если это не так - результаты измерения будут неточными.

2 Отключите систему зажигания. Для большинства автомобилей достаточно отсоединить высоковольтный провод от распределителя и заземлить его.

3 В соответствии с инструкцией подключите индуктивный амперметр последовательно с аккумулятором.

4 Пусть Ваш помощник держит ключ зажигания в положении пуска в течение 10 секунд. Снимите показания амперметра. Сила тока должна составить не более 110 А для четырехцилиндрового двигателя, 200 А - шестицилиндрового или небольшого V-

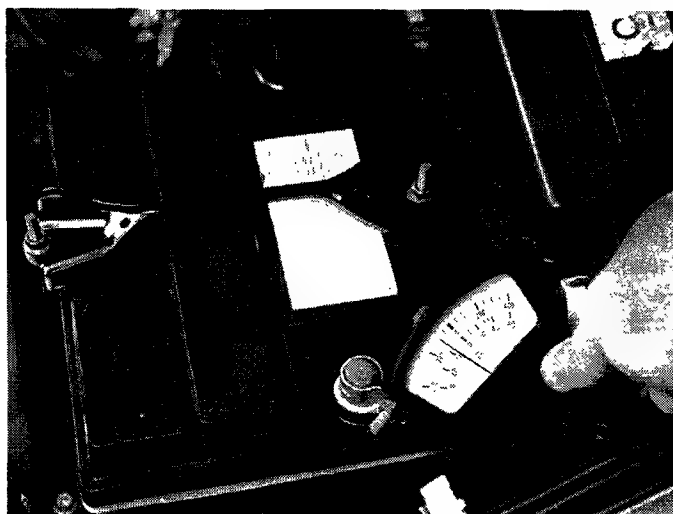


Рис. 15.7. Измерение силы тока в цепи стартере при помощи индуктивного емперметра

образного восьмицилиндрового и 250 А - для большого V-образного восьмицилиндрового двигателя.

5 Генераторы переменного и постоянного тока

Примечание: пп. 1-3 этой процедуры относятся также и к системам с генераторами постоянного тока.

1 Если в системе подзарядки аккумулятора возникает неисправность, не считайте, что дело в неисправном генераторе. Внимательно прочтите главу 3, раздел 19, а также сделайте следующее:

- а) Проверьте затяжку болтов крепления генератора.
- б) Проверьте плавкую связь (если она установлена) или плавкий предохранитель между электромагнитом стартера и генератором. Если он сгорел - определите причину, восстановите цепь и замените плавкую связь или предохранитель. Имейте в виду, что двигатель не будет запускаться и работать при неисправной плавкой связи или сгоревшем главным предохранителем. Иногда плавкая связь или предохранитель могут выглядеть исправными, но, тем не менее, неработоспособными. Если эти компоненты вызывают сомнения, проверьте непрерывность цепи.
- в) Запустите двигатель и убедитесь в отсутствии посторонних шумов в генераторе (визг при его работе указывает на поломку подшипника)
- г) Отсоедините клеммы от аккумулятора (сначала отключается отрицательная клемма). Осмотрите их, чтобы убедиться в отсутствии коррозии, и очистите при необходимости. Подключите клеммы к аккумулятору (сначала положительную).
- д) При выключенном зажигании подключите лампу-индикатор между отрицательной клеммой аккумулятора и отсоединенным от него наконечником кабеля заземления. Если лампа не загорелась, подключите кабель к отрицательной клемме. Если лампа загорелась - это указывает на короткое замыкание в электропроводке автомобиля. Необходимо устранить его перед проверкой системы подзарядки аккумулятора.

Примечание: Если Ваш автомобиль оборудован приборами, которые могут работать при выключенном зажигании, лампа-индикатор может тускло гореть. Если лампа горит ярко - отключите жгут проводов от генератора. Если лампа при этом погаснет, значит в генераторе имеется неисправность. Если лампа не погасла, отключите по очереди плавкие предохранители, пока лампа не погаснет. Это поможет Вам узнать, в какой цепи имеется короткое замыкание.

2 Запустите двигатель и увеличьте частоту его вращения до 2000 об/мин. При этом напряжение на аккумуляторе должно составлять от 14 до 15 В.

3 Включите фары. При этом напряжение должно сначала понизиться, а затем вернуться к первоначальному уровню. Если это так - цепь подзарядки аккумулятора исправна.

4 Если напряжение больше 15 В, проверьте заземление регулятора напряжения (для автомобилей с отдельным регулятором напряжения). Если заземление надежно - неисправен регулятор напряжения или генератор или электропроводка между ними. Если регулятор напряжения встроен в генератор - замените генератор. Если регулятор установлен отдельно - отсоедините его и повторите процедуру п. 2. Если напряжение уменьшилось - замените регулятор. Если напряжение осталось на прежнем уровне - это указывает на короткое замыкание в электропроводке между генератором и регулятором или в самом генераторе. Проверьте электропроводку. Если она исправна - замените генератор.

5 Если напряжение меньше 13 В - на панели приборов должна гореть лампа разряда аккумулятора. Если лампа горит, перейдите к следующему шагу, в противном случае проверьте цепь включения указателей поворота (см. раздел 7). В некоторых моделях автомобилей неисправность в этой цепи приводит к неправильной работе генератора.

6 Если цепь контрольной лампы разряда аккумулятора исправна, проверьте заземление стабилизатора напряжения. Если заземление надежное - неисправен генератор, регулятор или электропроводка между ними. Если на Вашем автомобиле внутренний регулятор - замените генератор. Если регулятор установлен отдельно - проверьте электропроводку. При необходимости отключите отрицательную клемму аккумулятора и проверьте непрерывность цепей при помощи схем электропроводки. Если электропроводка исправна, значит неисправность в генераторе или регуляторе напряжения.

7 Для поиска неисправности можно провести проверку при полном возбуждении генератора. При этом напряжение аккумулятора подается на обмотку возбуждения генератора.

Предостережение: При этом в электросистеме автомобиля возникает высокое напряжение, которое может повредить электронные компоненты. Внимательно следите за показаниями вольтметра во время этого испытания (напряжение не должно превышать 16 В).

Кроме того, не проводите эту проверку в течение длительного времени. Если напряжение на клеммах аккумулятора нормально - значит генератор исправен. Если напряжение осталось низким, неисправность заключается в генераторе. Для проведения этого теста желательно иметь схемы электропроводки Вашего автомобиля. Ниже приводятся общие инструкции для проверки генератора методом полного возбуждения:

- а) Для генераторов Delco с отдельными регуляторами отсоедините провод от регулятора и соедините проводом клеммы "Batt" и "F" генератора.

- б) Для генераторов Ford Motorcraft с отдельными регуляторами отсоедините провод от регулятора и соедините проводом клеммы "А" и "F" генератора.
- в) Для генераторов Крайслер с отдельным электронным стабилизатором напряжения отсоедините провод регулятора и соедините проводом зеленый провод с корпусом.

Все соединения должны производиться при выключенном зажигании, затем повторите п.2. Напряжение на клеммах аккумулятора должно составлять от 15 до 16 В. Если это не так - генератор неисправен. Если напряжение высокое, неисправность заключается в регуляторе напряжения.

6 Лампы указателей поворота и аварийной сигнализации

Наиболее общие проблемы этих цепей - перегорание ламп, выход из строя предохранителя, неисправность реле, а также коррозия клемм и разъемов электропроводки. При возникновении неисправности внимательно проверьте исправность этих компонентов. Включите лампы указателей поворота или аварийной сигнализации и определите, какие из них неисправны. Когда Вы обнаружите неисправный компонент, проверьте все возможные причины возникновения неисправности из указанного ниже списка.

Если неисправность остается после проверки всех возможных причин, проверьте исправность переключателя и электропроводки (см. ниже).

Примечание: На некоторых автомобилях переключатель поворота и выключатель аварийной сигнализации установлены отдельно, однако электропроводке у этих цепей общая. Этим необходимо руководствоваться при поиске причин неисправности. Например, если указатели поворота не работают на одной стороне или обеих сторонах, однако, при включении аварийной сигнализации они работают, значит большая часть электропроводки исправна.

Один из указателей поворота не работает

- 1 Проверьте лампу.
- 2 Проверьте исправность и надежность подключения патрона лампы.
- 3 Проверьте заземление патрона. Для этого соедините проводом патрон с корпусом автомобиля.
- 4 Начиная с неработающей лампы и двигаясь в обратном направлении, проверьте целостность электропроводки и отсутствие короткого замыкания (см. раздел 3).

Лампы указателей поворота или аварийной сигнализации горят, но не мигают

- 1 Замените прерыватель указателей поворота и аварийной сигнализации.

Указатели поворота на обеих сторонах не включаются

- 1 Убедитесь в исправности предохранителя.
- 2 Проверьте исправность ламп.
- 3 Проверьте исправность и надежность подключения патронов.
- 4 Проверьте заземление патронов. Для этого соедините проводом патрон с корпусом автомобиля.

- 5 Замените прерыватель указателей поворота и аварийной сигнализации.

- 6 Проверьте выключатель указателей поворота (см. ниже).

- 7 Убедитесь в отсутствии короткого замыкания или разрыва электропроводки (см. раздел 3).

Передние и задние указатели поворота с одной стороны не включаются

- 1 Проверьте исправность ламп.
- 2 Проверьте исправность и надежность подключения патронов.
- 3 Проверьте заземление патронов. Для этого соедините проводом патрон с корпусом автомобиля.
- 4 Проверьте выключатель указателей поворота (см. ниже).

Повышенная или пониженная частота мигания ламп

- 1 Убедитесь, что установлен прерыватель нужного типа.
- 2 Убедитесь, что установлены лампы нужной мощности.
- 3 Проверьте напряжение аккумулятора. Если напряжение слишком низкое, зарядите аккумулятор или устраните неисправность в цепи подзарядки аккумулятора.

Контрольная лампа на панели приборов загорается, но не мигает

- 1 Проверьте работу внешних указателей поворота.
- 2 Если они также горят и не мигают - замените прерыватель.
- 3 Если внешние указатели не горят - проверьте исправность ламп.
- 4 Проверьте исправность и надежность подключения патронов.
- 5 Проверьте заземление патронов. Для этого соедините проводом патрон с корпусом автомобиля.
- 6 Убедитесь в отсутствии разрыва электропроводки (см. раздел 3).

Не работают лампы аварийной сигнализации

- 1 Замените прерыватель аварийной сигнализации.
- 2 Проверьте исправность выключателя ламп аварийной сигнализации.

7 Стоп-сигналы

Не работает одна лампа стоп-сигнала

- 1 Проверьте исправность лампы.
- 2 Проверьте исправность и надежность подключения патрона.
- 3 Проверьте заземление патрона. Для этого соедините проводом патрон с корпусом автомобиля. Если лампа загорелась - восстановите заземление.
- 4 Начиная с неисправной лампы и двигаясь в обратном направлении, проверьте цепь на отсутствие короткого замыкания или разрыва электропроводки (см. раздел 3).

Не работают все лампы стоп-сигнала

- 1 Проверьте исправность плавкого предохранителя и отсутствие коррозии на его клеммах.
- 2 Проверьте выключатель стоп-сигнала (см. ниже).

3 Проверьте заземление патронов ламп, исправность ламп и надежность соединений электропроводки.

Тусклое свечение ламп стоп-сигнала

1 Проверьте напряжение аккумулятора.

8 Звуковые сигналы

1 При отсутствии звукового сигнала проверьте исправность предохранителя.

Примечание: На некоторых автомобилях звуковой сигнал работает только при включенном зажигании.

2 Если звуковой сигнал звучит тихо, попросите помощника нажать кнопку звукового сигнала, а в это время Вы определите, работают ли все звуковые сигналы. Наиболее легкий способ узнать это - коснуться звукового сигнала - при его работе Вы почувствуете вибрацию.

3 Если звуковой сигнал не работает или звучит слишком тихо, проверьте надежность заземления (для систем с релейным включением) и измерьте напряжение (при помощи вольтметра) на звуковом сигнале.

4 Если звуковой сигнал все еще тихо звучит - отрегулируйте качество звучания при помощи регулировочного винта.

Звуковые сигналы с релейным включением

5 При нажатой кнопке звукового сигнала проверьте исправность цепи управления и включение самого реле (см. рис. 15.8).

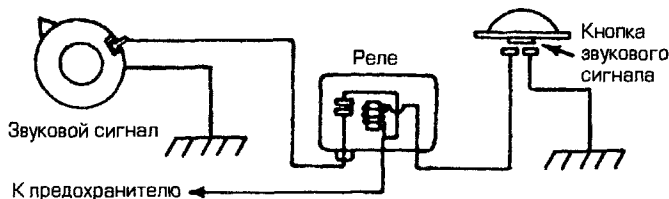


Рис. 15.8. Типичная схема включения звукового сигнала при помощи реле

6 Если звуковой сигнал не прекращается, отсоедините электропроводку и проверьте исправность кнопки включения. Подключите электропроводку и проверьте работу звукового сигнала. Если звуковой сигнал теперь работает тихо - замените кнопку звукового сигнала. Если звуковой сигнал вновь работает, не переставая, проверьте электропроводку реле и, при необходимости, замените реле.

7 Звуковой сигнал не работает. Проверьте предохранитель. Если он исправен - проверьте напряжение на каждом звуковом сигнале при нажатой кнопке. Если напряжение в норме - проверьте заземление. Если заземление надежное - замените неисправный звуковой сигнал.

8 Если напряжение отсутствует, проверьте работу реле (см. проверка реле в разделе 3). Имейте в виду, что большинство реле имеет четыре клеммы или три клеммы с внешним заземлением.

9 Если реле исправно, проверьте напряжение в цепи управления реле и цепи нагрузки. Если напряжение в любой из цепей отсутствует, убедитесь в исправности электропроводки между реле и предохранителем.

10 Если напряжение в обеих цепях присутствует, проверьте целостность провода от реле до кнопки звукового сигнала и отсутствие в нем короткого замыкания. Если провод исправен - замените кнопку звукового сигнала.

11 Проверьте исправность провода между реле и звуковым сигналом.

Системы с прямым включением звукового сигнала

12 В этой системе напряжение подается непосредственно на звуковой сигнал через предохранитель. Цепь заземляется через кнопку включения звукового сигнала (см. рис. 15.9).

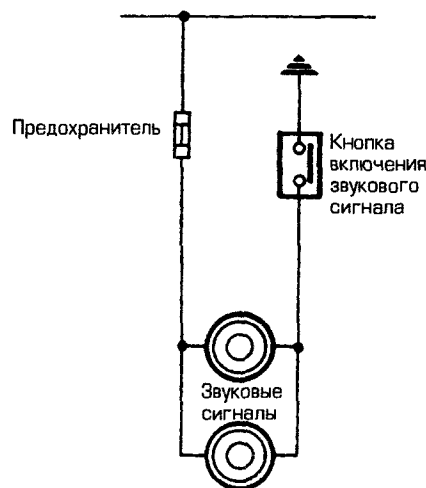


Рис. 15.9. Типичная схема звукового сигнала с прямым включением

13 Звуковой сигнал не прекращается. Отсоедините звуковой сигнал, кнопку звукового сигнала, затем повторно подключите звуковой сигнал. Если звуковой сигнал стал звучать тише - замените кнопку. Если звуковой сигнал снова непрерывно звучит - устраните короткое замыкание в проводе между звуковым сигналом и кнопкой.

14 Звуковой сигнал не работает. Если приведенные выше процедуры не помогают решить проблему, подключите звуковой сигнал непосредственно к аккумулятору. Если звуковой сигнал при этом не работает - замените его.

15 Если звуковой сигнал исправен - проверьте наличие напряжения в проводе между предохранителем и звуковым сигналом.

16 Если напряжение имеется - проверьте исправность провода между звуковым сигналом и кнопкой. Если провод исправен - замените кнопку звукового сигнала.

9 Окна с электрическими стеклоподъемниками

Стеклоподъемники не работают

1 Если стеклоподъемники вообще не работают, проверьте исправность предохранителя и электропроводки.

2 Если не работают только стеклоподъемники задних дверей или работают только от выключателя на панели приборов, проверьте исправность заднего выключателя стеклоподъемников и замените его при необходимости.

3 Проварьте исправность электропроводки между выключателями и предохранителями. При необходимости восстановите соединения.

Не работает один стеклоподъемник

4 Если стеклоподъемник не включается переключателем на панели приборов, попробуйте привести его в действия переключателем на двери.

Примечание: Это не относится к стеклоподъемнику на двери водителя.

5 Если стеклоподъемник включается другим переключателем, устраните неисправность в переключателе.

6 Если переключатель исправен, проверьте исправность электропроводки между переключателем и двигателем стеклоподъемника.

7 Если стеклоподъемник не приводится в действие обоими переключателями, снимите облицовочную панель с двери и измерьте напряжение на клеммах электродвигателя при включенном переключателе. Информация о снятии облицовочной панели содержится в инструкции по эксплуатации Вашего автомобиля.

8 Если напряжение есть, отсоедините стекло от привода. Переместите стекло вверх и вниз и убедитесь в его легком и плавном движении. Кроме того, проверьте отсутствие заедания в привода. Если привод не имеет повреждений и стекло перемещается без заедания - замените электродвигатель. Если имеется неисправность привода - смажьте, трущиеся поверхности или замените неисправные детали.

9 Если напряжения нет, проверьте исправность электропроводки между выключателями и двигателем. Некоторые автомобили имеют релейное управление стеклоподъемниками. Уточните по схеме электропроводки Вашего автомобиля как включаются стеклоподъемники в Вашем автомобиле. Если реле есть, убедитесь, что они имеют надежное заземление и на них подается напряжение от переключателей. Кроме того, убедитесь в исправности силовой цепи реле. Если реле неисправно - замените его.

10 По окончании работ снова проверьте работу стеклоподъемников.

10 Обогреватель заднего стекла

1 Проверьте предохранитель и, при необходимости, замените его (см. рис. 15.10).

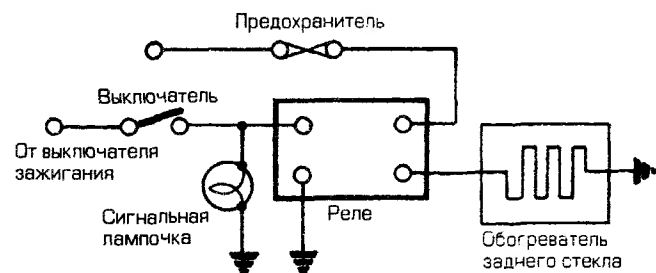


Рис. 15.10. Схеме включения обогревателя заднего стекла

2 При включенном зажигании и открытой двери включите обогреватель заднего стекла. Яркость ламп подсветки салона должна значительно уменьшиться.

3 Если яркость ламп уменьшилась незначительно, проверьте повреждения сетки обогревателя (см. ниже).

4 Если свет не тускнеет, проверьте исправность электропроводки и всех соединений от предохранителя до выключателя (или реле) и от реле до обогревателя. Замените неисправные компоненты.

5 Если электропроводка и выключатель исправны - замените реле.

6 Обогреватель должен оставаться включенным в течение приблизительно 10 минут, а затем автоматически выключиться. Если этого не происходит - замените реле.

Проверка и восстановление сетки обогревателя заднего стекла

Примечание: Все процедуры, описанные ниже относятся только к сеткам, наклеенным на поверхность стекла. На некоторых автомобилях сетка находится внутри стекла. Для этих автомобилей необходима замена стекла.

7 Внимательно осмотрите сетку и убедитесь в отсутствии пропусков, обрывов провода или плохих соединений.

8 Включите зажигание, а затем обогреватель стекла. Подождите несколько минут, пока сетка не нагреется.

9 Проверьте работу обогревателя. Для этого положите ладонь на стекло, чтобы определить нагрев стекла в различных участках. Можно наблюдать за исчезновением льда или конденсата на поверхности стекла. Если стекло нагревается только в некоторых местах, это свидетельствует о разрывах сетки обогревателя.

10 Особенностью сетки обогревателя является то, что ее обрывы можно обнаружить по запотевшим участкам стекла.

11 Установите места разрывов сетки. При необходимости воспользуйтесь лампой-индикатором.

12 Отметьте поврежденные участки мелом или лентой на наружной поверхности стекла. Для восстановления сетки Вы можете приобрести специальный комплект. Восстановление сетки производите, следуя инструкции к этому комплекту.

Примечание: В случае больших разрывов в сетке требуется замена стекла.

11 Омователи лобового стекла

1 Проверьте уровень жидкости в баке омывателя. Если он в норме, включите зажигание, но не запуская двигатель и включите насос омывателя. При этом Вы должны услышать звук работающего насоса.

2 Если насос работает, но жидкость не поступает, убедитесь в отсутствии разрывов или перегибов шлангов для подвода жидкости.

3 Если шланги исправны, отсоедините шланг от омывателя стекла и снова включите насос. Если при этом из шланга будет поступать жидкость - причина в засорении жиклера омывателя. Проверьте жиклер и, при необходимости, замените его.

4 Если жидкость из шланга не поступает, отсоедините шланг от насоса. Снова включите насос. Если жидкость подается, это

свидетельствует о наличии пробки в шланге. Если жидкость не поступает, хотя насос работает, его необходимо заменить.

5 Если насос не работает, измерьте напряжение на клеммах электромотора насоса и его заземление при включенном зажигании и омывателе стекла. Если напряжение присутствует и заземление надежное - замените насос.

6 Если напряжение отсутствует, проверьте исправность выключателя и электропроводки от выключателя до насоса и отремонтируйте поврежденные компоненты.

12 Стеклоочистители

Дополнительные сведения см. в главе 10.

Стеклоочистители работают слишком медленно

1 Убедитесь, что аккумулятор исправен и заряжен.

2 Отсоедините электромотор и, перемещая щетки вручную, убедитесь, что они двигаются легко и без заеданий. Проверьте работу привода и смажьте все шарниры и опоры. Убедитесь в исправности механизма парковки стеклоочистителей.

Стеклоочистители не работают

3 Убедитесь в исправности предохранителя или прерывателя.

4 Если предохранитель (или прерыватель) исправен, соедините проводом отрицательную клемму электромотора с корпусом автомобиля и включите электромотор. Если он начал работать, восстановите заземление электромотора.

5 Если электромотор на работает, включите стеклоочистители и измерьте напряжение на клеммах электромотора. Если напряжение есть, снимите электромотор и подключите его к аккумулятору. Если электромотор вращается, убедитесь в исправности механизма парковки (см. п. 2). Если двигатель не работает - замените его.

6 Если напряжение отсутствует, измерьте напряжение на клемме выключателя. Если напряжение отсутствует, устраните разрыв электропроводки между выключателем и предохранителем. Если напряжение на клемме выключателя есть, устраните разрыв электропроводки между выключателем и электромотором.

Предостережение: Если стеклоочистители Вашего автомобиля имеют режим прерывистой работы, пользуйтесь только цифровым омметром для поиска разрывов электропроводки, так как аналоговые омметры могут повредить электронные компоненты в модуля управления стеклоочистителями.

7 Если электропроводка исправна, проверьте исправность выключателя. При необходимости замените выключатель.

Стеклоочистители работают только с одной скоростью

8 Проверьте исправность электропроводки между выключателем и электромотором. Если проводка исправна, замените выключатель.

Стеклоочистители не работают в режиме прерывистого действия

9 Проверьте исправность электропроводки между выключателем и электромотором. Если проводка исправна, замените модуль работы стеклоочистителей с интервалами.

Стеклоочистители не паркуются

10 Измерьте напряжение на клеммах электромотора, когда выключатель стеклоочистителей находится в позиции "выключено", а зажигание включено. Если напряжение есть, вероятно, исправен выключатель парковочного положения электромотора. Замените электромотор. Если напряжение отсутствует, проверьте исправность проводки между предохранителем и электромотором.

Стеклоочистители останавливаются только при выключении зажигания

11 Отсоедините провод от выключателя стеклоочистителей. Если они останутся - замените выключатель. Если стеклоочистители продолжают работать - неисправен выключатель парковочного положения электромотора. Замените электромотор.

Стеклоочистители не паркуются ниже границы лобового стекла (если такая функция есть)

12 Убедитесь в отсутствии механических препятствий для перевода щеток стеклоочистителей в положение парковки.

13 Если механических препятствий нет, проверьте исправность электропроводки между выключателем и электромотором. Если электропроводка исправна - замените электромотор.

ЗАО "Алфамер Паблшинг" предлагает следующие издания с официальным русским переводом, оригинальными иллюстрациями, рисунками и схемами (2001г.):



Delius Klasing:
Audi A4 94 – 97*
Audi 100 11/90 – 5/94*,
A6 6/94 –*
BMW 3 - серии 9/90 –*
BMW 5 - серии 9/87 – 95*
Fiat Ducato 82–96*
Mercedes класса E 6/95 –*
VW Passat 4/88 – 96*
VW Transporter 90 – 97 *

Haynes:
Audi 80, 90 10/86 – 90
Citroen BX 83 – 94
Ford Escort 80 – 90
Ford Escort & Orion 90 – 97



Ford Mondeo 93 – 99
Ford Transit 86–99
Mazda 323 89 – 98
Mercedes-Benz (W124) 85 – 93 *

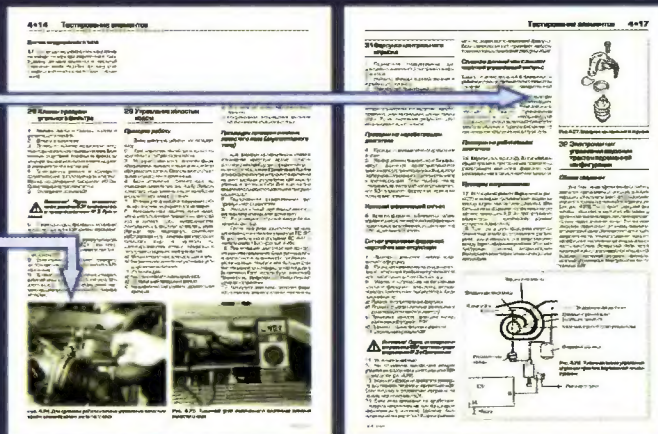
Mercedes-Benz 190 83 – 93 *
Nissan Primera 90–99
Opel Astra 91–98
Opel Kadett 84 – 91
Opel Omega 86 – 94
Opel Vectra 88 – 95
Peugeot 405 88–96
Toyota Carina E 92 – 97
Toyota Corolla 92 – 97
VW Golf & Jetta 84 – 92
VW Golf & Vento 92 – 96 *
Volvo 850 92 – 96
Haynes Techbook:
Руководство по электрооборудованию автомобилей
Руководство по системам управления и впрыску топлива
Руководство по диагностике двигателя и кодам неисправности

* с бензиновыми и дизельными двигателями

Пошаговые рисунки показывают порядок выполнения любой работы

Текст иллюстрирован фотографиями и рисунками

Дано подробное описание тестового оборудования и приборов



Написано для домашнего мастера, но полезно и профессионалу

В этом руководстве:

- Основы теории, позволяющие понять работу электрических и электронных систем
- Поиск неисправностей - никаких проблем
- Свыше 400 фотографий и рисунков
- Оборудование автомобиля - освещение, приборы, управление
- Аккумуляторы, системы заряда и пуска - теория и практика
- Схемы электрооборудования и контрольно-измерительные приборы
- Зажигание, питание и системы управления двигателем
- Представляет интерес для автолюбителей и студентов автотехнических специальностей

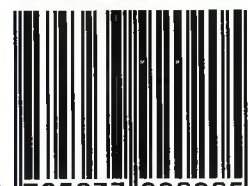


Оптовая и розничная продажа:
ЗАО "Алфамер Паблшинг"
Россия, 193036 С.-Петербург
Лиговский проспект, дом 33
Т/Ф: (612) 275 3327
Тел: (612) 277 2768

В продаже также имеются следующие книги технической серии издательства Haynes:

- Автомобильные тормоза (англ. яз)
- Электрические и электронные системы автомобилей (рус. яз)
- Руководство по обслуживанию дизелей (англ. яз)
- Системы управления двигателем и впрыск топлива (рус. яз)
- Диагностика двигателя. Коды неисправностей (рус. яз)

ISBN 5-93392-020-7



9 785933 920205